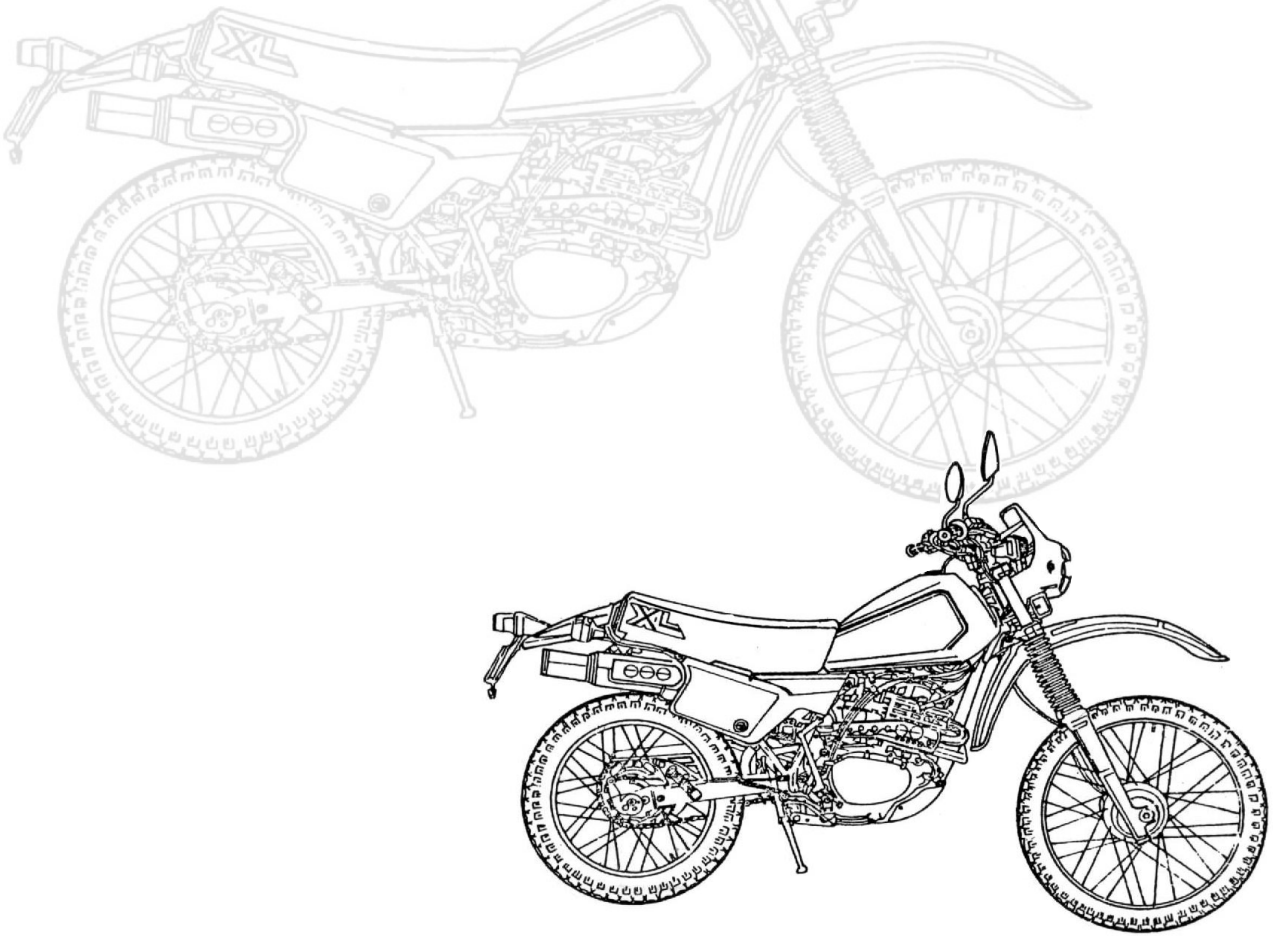
FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

MECÂNICA DE MOTOCICLETAS



SENAI-RJ • Automotiva

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

MECÂNICA DE MOTOCICLETAS

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira
Presidente

Diretoria Corporativa Operacional
Augusto Cesar Franco de Alencar
Diretor

SENAI – Rio de Janeiro
Fernando Sampaio Alves Guimarães
Diretor Regional

Diretoria de Educação
Regina Maria de Fátima Torres
Diretora

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

MECÂNICA DE MOTOCICLETAS

SENAI-RJ
2002

Mecânica de Motocicletas
2002

SENAI – Rio de Janeiro
Diretoria de Educação

Ficha Técnica

Gerência de Educação Profissional	Luis Roberto Arruda
Gerência de Produto Automotivo	Darci Pereira Garios
Produção Editorial	Vera Regina Costa Abreu
Pesquisa de Conteúdo e Redação	Docentes da Agência de Manutenção Automotiva – Unidade Tijuca
Revisão Pedagógica	Alda Maria da Glória Lessa Bastos
Revisão Gramatical e Editorial	Mário Élber dos Santos Cunha
Revisão Técnica	Denver Brasil Pessôa Ramos Sílvio Romero Soares de Souza
Projeto Gráfico	Artae Design & Criação

Edição revista do material Mecânica de Motocicletas do SENAI-RJ, 2000.

SENAI – Rio de Janeiro
GEP – Gerência de Educação Profissional
Rua Mariz e Barros, 678 – Tijuca
20270-002 – Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (0xx21) 2587-1117
Fax: (0xx21) 2254-2884
http://www.rj.senai.br

Sumário

APRESENTAÇÃO **9**

UMA PALAVRA INICIAL **11**

1 **CONSTITUIÇÃO DA MOTOCICLETA** **15**

Breve histórico 17

Sistemas básicos e outros componentes 19

2 **MOTORES** **29**

Funcionamento do motor de combustão interna 31

Motor de dois tempos 36

3 **PARTE SUPERIOR DO MOTOR** **43**

Cilindros do motor 45

Cabeçote do motor 48

Mecanismo de acionamento das válvulas 51

4 **PARTE INFERIOR DO MOTOR E SISTEMA DE TRANSMISSÃO** **57**

Componentes do conjunto motor/transmissão 59

Conjunto do seletor de marchas 66

Sistema de lubrificação do conjunto motor/transmissão 68

5 **SISTEMA ELÉTRICO** **71**

Conceitos fundamentais de eletricidade 73

6 **SISTEMA ELÉTRICO DA MOTOCICLETA 87**

Constituição do sistema elétrico da motocicleta 89

Sistema de iluminação 90

Constituição do sistema de carga 94

Bateria de acumuladores 97

Constituição do sistema de ignição 102

Funcionamento do sistema de ignição 110

Processos de manutenção, recondicionamento, regulagem e testes ... 112

Constituição do sistema de arranque 118

7 **SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO 123**

Carburador 125

Combustíveis líquidos 132

Tanque de combustível 136

8 **SISTEMA DE FREIOS 139**

Fluido de freios 141

Tubulações 142

Mecanismo do freio da roda dianteira 143

Mecanismo do freio da roda traseira 148

9 **SISTEMA DE SUSPENSÃO 151**

Coluna de direção 153

Suspensão dianteira 156

Suspensão traseira 159

10 **SISTEMAS DE EMBREAGEM E DE LUBRIFICAÇÃO 163**

Sistema de embreagem 165

Lubrificantes 168

Sistema de lubrificação do conjunto motor-transmissão 172

Apresentação

A dinâmica social dos tempos de globalização exige dos profissionais atualização constante. Mesmo as áreas tecnológicas de ponta ficam obsoletas em ciclos cada vez mais curtos, trazendo desafios, renovados a cada dia e tendo como conseqüência para a educação a necessidade de encontrar novas e rápidas respostas.

Nesse cenário, impõe-se a educação continuada, exigindo que os profissionais busquem atualização constante durante toda a vida; e os docentes e alunos do SENAI-RJ incluem-se nessas novas demandas sociais.

É preciso, pois, promover, tanto para os docentes como para os alunos da educação profissional, as condições que propiciem o desenvolvimento de novas formas de ensinar e de aprender, favorecendo o trabalho de equipe, a pesquisa, a iniciativa e a criatividade, entre outros, ampliando suas possibilidades de atuar com autonomia, de forma competente.

Seguindo essa linha de pensamento, o SENAI-RJ organizou o curso Mecânica de Motocicletas. Seu objetivo principal é contribuir para a formação continuada dos jovens e adultos que precisam enfrentar, com sucesso, os desafios de um mercado de trabalho cada dia mais exigente.

Para realizar o curso, você tem à sua disposição, além dos professores e um ambiente de sala de aula apropriado, este material didático, também bastante útil para orientar sua aprendizagem.

Nele, você vai encontrar todos os temas a serem trabalhados durante a realização do curso. Por essa razão, é importante ler, com freqüência e atentamente, cada parte que compõe o material, pois, assim, terá mais facilidade de acompanhar as aulas e organizar os conhecimentos adquiridos. Lembramos, no entanto, que essa leitura, por si só, não será suficiente para alcançar os objetivos pretendidos. Será necessário, ainda, que você tenha uma participação efetiva nas atividades de sala de aula, apresentando suas idéias, fazendo perguntas aos professores e demais colegas, e ouvindo o que eles têm a dizer. Também não se esqueça de que é através dessa troca de experiências que vamos aprendendo sempre e cada vez mais.

Um proveitoso estudo para você!

Uma palavra inicial

Meio ambiente...

Saúde e segurança no trabalho...

O que é que *nós* temos a ver com isso?

Antes de iniciarmos o estudo deste material, há dois pontos que merecem destaque: a relação entre o processo produtivo e o meio ambiente; a questão da saúde e segurança no trabalho.

As indústrias e os negócios são a base da economia moderna. Produzem os bens e serviços necessários, e dão acesso a emprego e renda; mas, para atender a essas necessidades, precisam usar recursos e matérias-primas. Os impactos no meio ambiente muito freqüentemente decorrem do tipo de indústria existente no local, do que ela produz e, principalmente, de *como* produz.

É preciso entender que todas as atividades humanas transformam o ambiente. Estamos sempre retirando materiais da natureza, transformando-os e depois jogando o que "sobra" de volta ao ambiente natural. Ao retirar do meio ambiente os materiais necessários para produzir bens, altera-se o equilíbrio dos ecossistemas e arrisca-se ao esgotamento de diversos recursos naturais que não são renováveis ou, quando o são, têm sua renovação prejudicada pela velocidade da extração, superior à capacidade da natureza para se recompor. É necessário fazer planos de curto e longo prazo, a fim de diminuir os impactos que o processo produtivo causa na natureza. Além disso, as indústrias precisam se preocupar com a recomposição da paisagem e ter em mente a saúde dos seus trabalhadores e da população que vive ao redor de tais indústrias.

Com o crescimento da industrialização e a sua concentração em determinadas áreas, o problema da poluição aumentou e se intensificou. A questão da poluição do ar e da água é bastante complexa, pois as emissões poluentes se espalham de um ponto fixo para uma grande região, dependendo dos ventos, do curso da água e das demais condições ambientais, tornando difícil localizar, com precisão, a origem do problema. No entanto, é importante repetir que, quando as indústrias depositam no solo os resíduos, quando lançam efluentes sem tratamento em rios, lagoas e demais corpos hídricos, causam danos ao meio ambiente.

O uso indiscriminado dos recursos naturais e a contínua acumulação de lixo mostram a falha básica de nosso sistema produtivo: ele opera em linha reta. Extraem-se as matérias-primas através de processos de produção desperdiçadores e que produzem subprodutos tóxicos. Fabricam-se produtos de utilidade

limitada que, finalmente, viram lixo, o qual se acumula nos aterros. Produzir, consumir e dispensar bens desta forma, obviamente, não é sustentável.

Enquanto os resíduos naturais (que não podem, propriamente, ser chamados de "lixo") são absorvidos e reaproveitados pela natureza, a maioria dos resíduos deixados pelas indústrias não tem aproveitamento para qualquer espécie de organismo vivo e, para alguns, pode até ser fatal. O meio ambiente pode absorver resíduos, redistribuí-los e transformá-los. Mas, da mesma forma que a Terra possui uma capacidade limitada de produzir recursos renováveis, sua capacidade de receber resíduos também é restrita, e a de receber resíduos tóxicos praticamente não existe.

Ganha força, atualmente, a idéia de que as empresas devem ter procedimentos éticos que considerem a preservação do ambiente como uma parte de sua missão. Isto quer dizer que se devem adotar práticas que incluam tal preocupação, introduzindo processos que reduzam o uso de matérias-primas e energia, diminuam os resíduos e impeçam a poluição.

Cada indústria tem suas próprias características. Mas já sabemos que a conservação de recursos é importante. Deve haver crescente preocupação com a qualidade, durabilidade, possibilidade de conserto e vida útil dos produtos.

As empresas precisam não só continuar reduzindo a poluição como também buscar novas formas de economizar energia, melhorar os efluentes, reduzir a poluição, o lixo, o uso de matérias-primas. Reciclar e conservar energia são atitudes essenciais no mundo contemporâneo.

É difícil ter uma visão única que seja útil para todas as empresas. Cada uma enfrenta desafios diferentes e pode se beneficiar de sua própria visão de futuro. Ao olhar para o futuro, nós (o público, as empresas, as cidades e as nações) podemos decidir quais alternativas são mais desejáveis e trabalhar com elas.

Infelizmente, tanto os indivíduos quanto as instituições só mudarão as suas práticas, quando acreditarem que seu novo comportamento lhes trará benefícios – sejam estes financeiros, para sua reputação ou para sua segurança.

A mudança nos hábitos não é uma coisa que possa ser imposta. Deve ser uma escolha de pessoas bem-informadas a favor de bens e serviços sustentáveis. A tarefa é criar condições que melhorem a capacidade de as pessoas escolherem, usarem e disporem de bens e serviços de forma sustentável.

Além dos impactos causados na natureza, diversos são os malefícios à saúde humana provocados pela poluição do ar, dos rios e mares, assim como são inerentes aos processos produtivos alguns riscos à saúde e segurança do trabalhador. Atualmente, acidente do trabalho é uma questão que preocupa os empregadores, empregados e governantes, e as conseqüências acabam afetando a todos.

De um lado, é necessário que os trabalhadores adotem um comportamento seguro no trabalho, usando os equipamentos de proteção individual e coletiva; de outro, cabe aos empregadores prover a empresa com esses equipamentos, orientar quanto ao seu uso, fiscalizar as condições da cadeia produtiva e a adequação dos equipamentos de proteção.

A redução do número de acidentes só será possível, à medida que cada um – trabalhador, patrão e governo – assuma, em todas as situações, atitudes preventivas, capazes de resguardar a segurança de todos.

Deve-se considerar, também, que cada indústria possui um sistema produtivo próprio, e, portanto, é necessário analisá-lo em sua especificidade, para determinar seu impacto sobre o meio ambiente, sobre a saúde e os riscos que o sistema oferece à segurança dos trabalhadores, propondo alternativas que possam levar à melhoria de condições de vida para todos.

Da conscientização, partimos para a ação: cresce, cada vez mais, o número de países, empresas e indivíduos que, já estando conscientizados acerca dessas questões, vêm desenvolvendo ações que contribuem para proteger o meio ambiente e cuidar da nossa saúde. Mas, isso ainda não é suficiente... faz-se preciso ampliar tais ações, e a educação é um valioso recurso que pode e deve ser usado em tal direção. Assim, iniciamos este material conversando com você sobre o meio ambiente, saúde e segurança no trabalho, lembrando que, no seu exercício profissional diário, você deve agir de forma harmoniosa com o ambiente, zelando também pela segurança e saúde de todos no trabalho.

Tente responder à pergunta que inicia este texto: meio ambiente, a saúde e a segurança no trabalho – o que é que **eu** tenho a ver com isso? Depois, é partir para a ação. Cada um de nós é responsável. Vamos fazer a nossa parte?

Constituição da motocicleta

Nesta Seção...

Breve histórico ◀
Sistemas básicos e outros componentes ◀

1

Breve histórico

A motocicleta é uma combinação dos princípios da bicicleta a motor com os da combustão interna. A primeira motocicleta que se conheceu no mundo foi construída pelo alemão Gottlieb Daimler em 1885. No entanto, atribui-se sua invenção ao inglês Edward Butler, pela construção de um triciclo a motor em 1884.

O veículo não teve grande difusão até 1896, época em que passou a desenvolver maior velocidade e se incorporou, definitivamente, como principal meio de locomoção do homem.

As primeiras motocicletas não eram mais que bicicletas dotadas de motores, sem uma colocação uniforme e que, geralmente, serviam para mover a roda traseira por meio de corrente.

Em 1903, registrou-se a presença de mais de cinqüenta motocicletas de diferentes marcas e modelos, trafegando nas estradas inglesas, sendo algumas delas de origens francesa e belga. A fig. 1 ilustra a primeira bicicleta a motor, construída por Daimler em 1885.

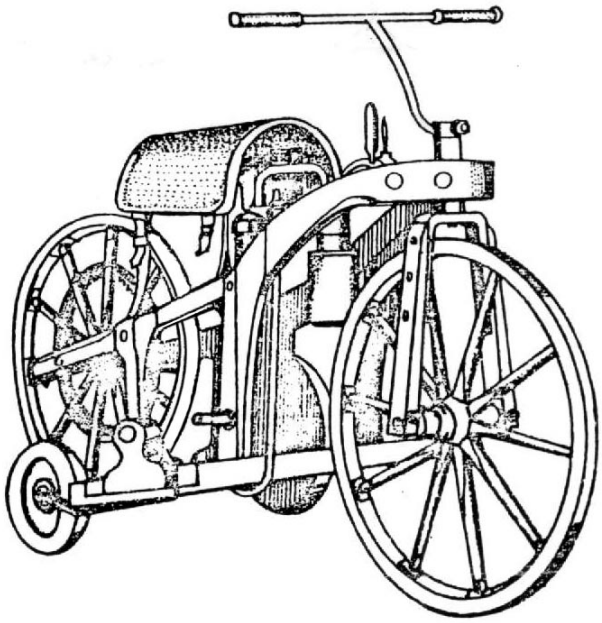


Fig. 1

Desenvolvimento da motocicleta

O uso da motocicleta, como meio de transporte, teve seu maior incremento durante as Primeira e Segunda Guerras Mundiais. Nesse período, as mudanças ocorridas em sua estrutura original foram poucas. Destaca-se, como evolução técnica, a colocação do motor perto e embaixo do eixo da armação, cujo centro de gravidade significava controle mais seguro e maior estabilidade de direção.

Somente no início dos anos cinqüenta do século XX é que essas máquinas foram aperfeiçoadas com a inclusão dos garfos telescópicos dianteiros e balancins traseiros, ambos com amortecimento hidráulico, ou seja, amortecedores de choque. Foi, ainda, nos referidos anos que se chegou à combinação do motor com caixa de engrenagens redutivas (câmbio), propiciando maior variação de velocidade ao veículo.

Mas, a popularidade das motocicletas só ocorreu a partir dos anos sessenta do citado século, quando se procedeu a mudanças circunstanciais no tocante à estética e aerodinâmica, em decorrência, por exemplo, do seu uso em competições esportivas.

Durante a crise mundial do petróleo em meados dos anos setenta, a produção mundial de motocicletas apresentou notável crescimento, sendo hoje o Japão seu maior produtor.

O Brasil passou a produzir o veículo a partir de 1958, lançando, no mercado consumidor, um tipo de moto derivada das motocicletas italianas lambreta e vespa, que tiveram seus dias de glória até meados de 1965. Somente em fins de 1976 é que se retomou a produção de motos, desta feita lançando um modelo, derivado da moto Honda japonesa, na categoria de 125 cilindradas, conforme ilustra a fig. 2.

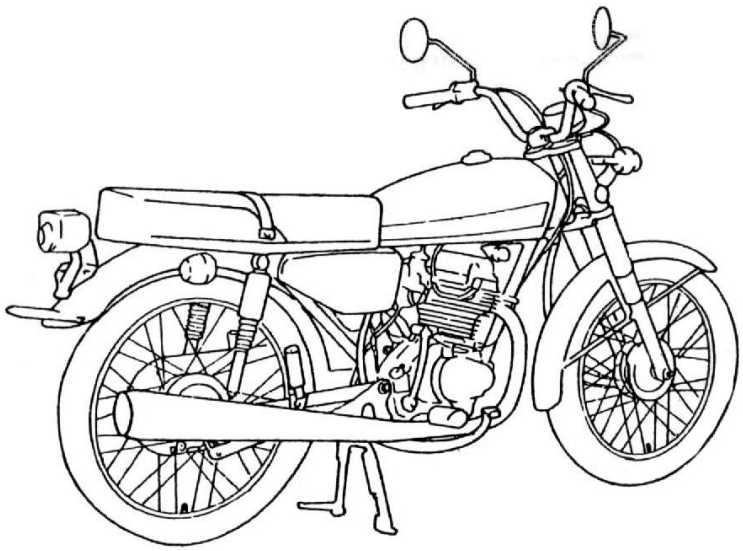


Fig. 2 – Primeira motocicleta produzida em série no Brasil

Atualmente, o Brasil ocupa uma posição de destaque na produção mundial de motocicletas, fabricando motos de diversos modelos e categorias, como, por exemplo, a Trail para competição, de 250 cilindradas, produzida pela Honda Motor do Brasil e ilustrada pela fig. 3.

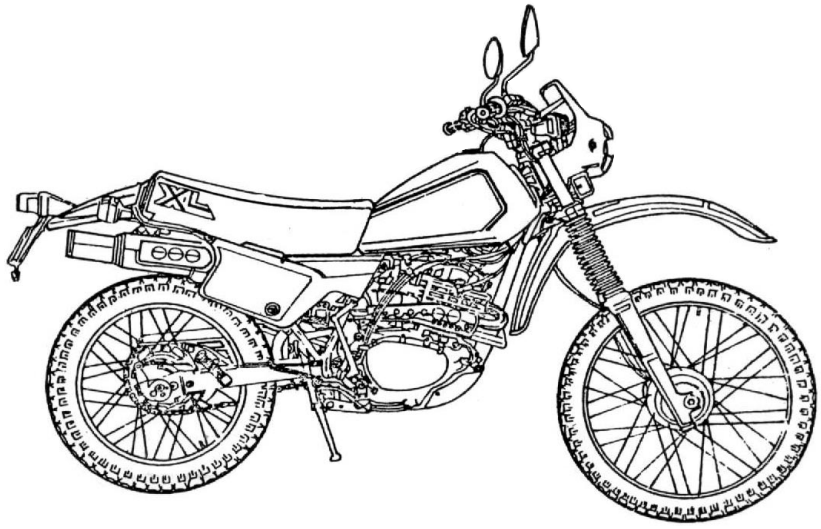


Fig. 3

Sistemas básicos e outros componentes

A motocicleta é constituída pelos sistemas indicados a seguir.

Chassi

É a peça principal na estrutura da motocicleta, pois nele estão montados todos os componentes dos diversos sistemas. Pode ser:

• **de estrutura tubula**r – o tipo mais procurado, pois oferece maior estabilidade em cidades ou estradas, sendo utilizado nas motocicletas com motores superiores a 200cm^3;

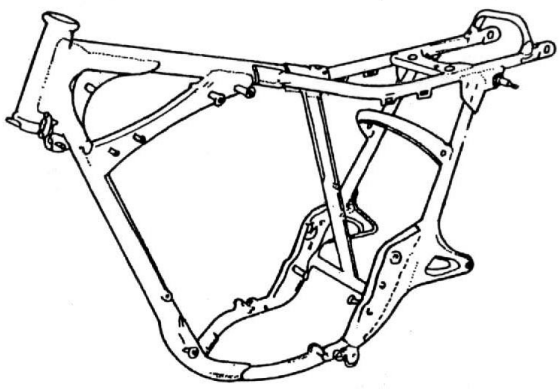


Fig. 4

• **de aço estampado ou prensado –** costuma ser de duas peças de aço ou chapa metálica, soldadas em volta de uma costura central. Sob o ponto de vista industrial, é o mais econômico, porém com a desvantagem de ter maior peso que o tubular, além de ser muito rígido, o que dificulta os serviços de reparo e manutenção (fig. 5);

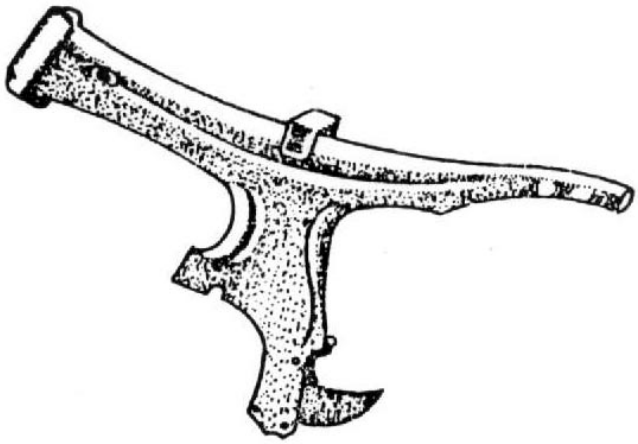


Fig. 5

• **baseado nos motores –** sua constituição baseia-se mais no alojamento do motor do que no restante da estrutura da motocicleta. Seu custo de fabricação é pequeno. Às vezes, apresenta graves defeitos, como envergar-se e quebrar-se, pois utiliza o motor como peça auxiliar; exige especial cuidado quanto aos parafusos, que devem ser reapertados constantemente (fig. 6).

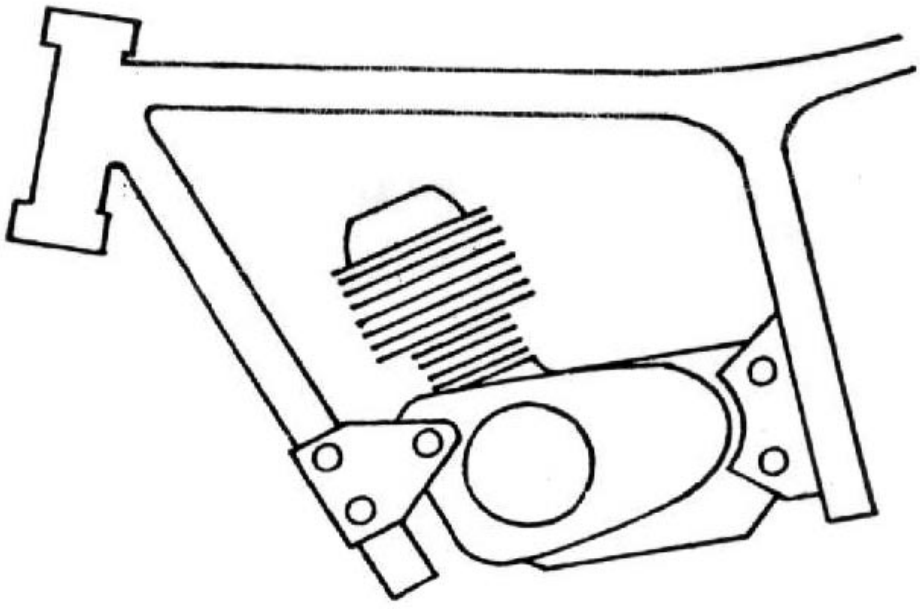


Fig. 6

Motor

É o produtor da força necessária para movimentar a motocicleta.

Sistema de transmissão

Tem por finalidade a transmissão às rodas da força gerada pelo motor.

Sistema elétrico

Assegura o bom funcionamento da ignição, da iluminação e dos demais acessórios da motocicleta.

Sistema de freio

Encarregado de deter parcial ou totalmente a motocicleta.

Sistema de suspensão

Responsável pela absorção dos solavancos produzidos pelas irregularidades do solo.

Sistema de direção

Serve de guia à motocicleta para a direção desejada pelo condutor.

Sistema de alimentação

Alimenta o motor com o combustível necessário ao deslocamento da motocicleta.

Sistema de distribuição

Faz com que o funcionamento do motor seja sincronizado juntamente com o comando valvular e distribuidor.

Sistema de lubrificação

É incumbido de manter lubrificadas as partes móveis do motor e da caixa de mudanças.

Sistema de embreagem

Encarrega-se de facilitar a troca de marchas, desligando o motor da caixa de mudanças.

Além desses sistemas, detalhados nos temas subseqüentes, a motocicleta apresenta outros componentes, indicados a seguir.

Cubo da roda dianteira

É uma peça cilíndrica com orifício central, onde são alojados os rolamentos e os vedadores. Na parte externa do cubo, acham-se instalados os raios que recebem os esforços axiais da roda, encarregando-se estes últimos de transmitir tais esforços ao cubo. Os cubos são fabricados com ligas especiais de alumínio, por terem alta resistência, peso reduzido e serem excelentes dissipadores de calor.

Alguns cubos de rodas são fundidos e, juntamente com o tambor de freio, formam uma única peça. A fig. 7 ilustra um cubo de roda dianteira e os seus componentes.

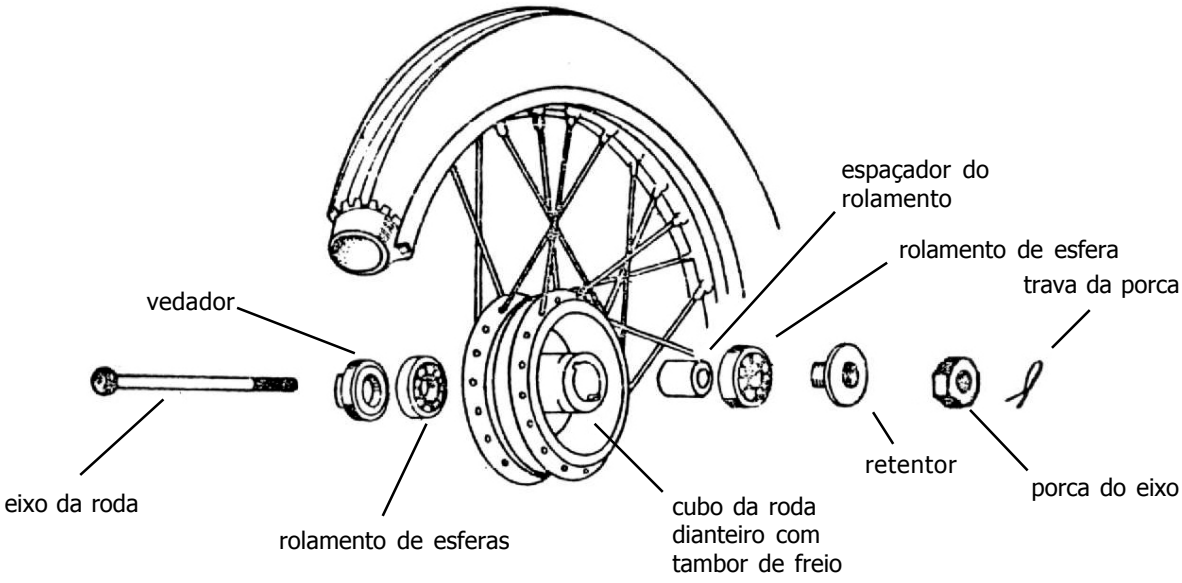


Fig. 7

Com exceção dos tambores de freio, os cubos das rodas das motocicletas, em condições normais de uso, não sofrem muito desgaste. Por isso, seu recondicionamento se resume à troca de rolamentos e vedadores, que os condiciona a mais um longo período de duração. Os passos da referida operação encontram-se relacionados a seguir.

Recondicionamento do cubo da roda dianteira

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave de fenda, alicate universal, martelo de plástico, elementos de limpeza, motocicleta completa, relógio comparador, gabarito em V, para medir o eixo, ferramenta especial para a remoção e instalação dos rolamentos
2	Retire a roda dianteira.	
3	Desmonte o cubo da roda sobre uma bancada de serviço.	
4	Lave todos os componentes do cubo da roda dianteira.	
5	Inspecione os elementos do cubo da roda dianteira.	
6	Monte os elementos do cubo da roda dianteira.	
7	Instale a roda na motocicleta.	
8	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Cubo da roda traseira

Comumente, nas motocicletas, os cubos das rodas traseiras não diferem muito dos aplicados às dianteiras. Além dos rolamentos, vedadores e dos raios das rodas, é fixada, também no cubo traseiro, a coroa dentada da transmissão, que transmite o torque do motor à roda. Em alguns casos, esse torque é transmitido através de um sistema denominado eixo motor, igualmente alojado no cubo da roda traseira, e que se assemelha aos diferenciais utilizados nos automóveis. A fig. 9 ilustra um tipo comum de cubo de roda traseira com seus componentes, usado na maioria das motocicletas.

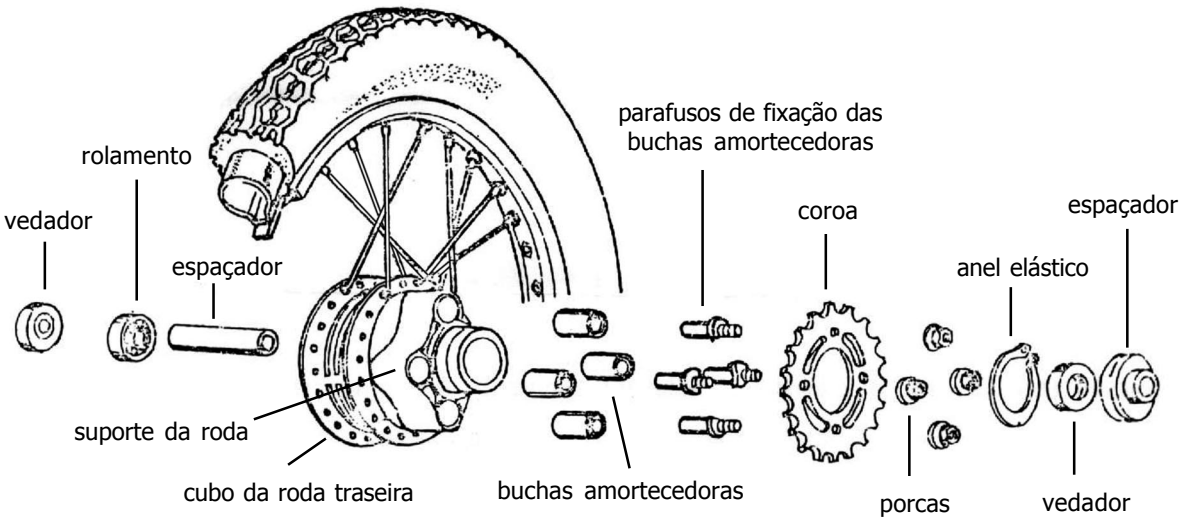


Fig. 8

Por suportar maior peso e regimes forçados de trabalho, o cubo da roda traseira normalmente é mais reforçado do que o dianteiro, podendo, ainda, ser recondicionado de acordo com os passos indicados a seguir.

Recondicionamento do cubo da roda traseira

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Uma motocicleta completa, chave de boca fixa, chave de estria, chave de fenda, alicate especial para trava, martelo de bola, toca-pino e elementos de limpeza
2	Retire a roda traseira.	
3	Desmonte o cubo da roda traseira.	
4	Inspecione os elementos do cubo da roda traseira.	
5	Monte o cubo da roda traseira.	
6	Instale a roda traseira.	
7	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Para cumprir a ordem de execução n.º 2, é necessário adotar os procedimentos descritos a seguir.

Remoção e instalação da roda traseira

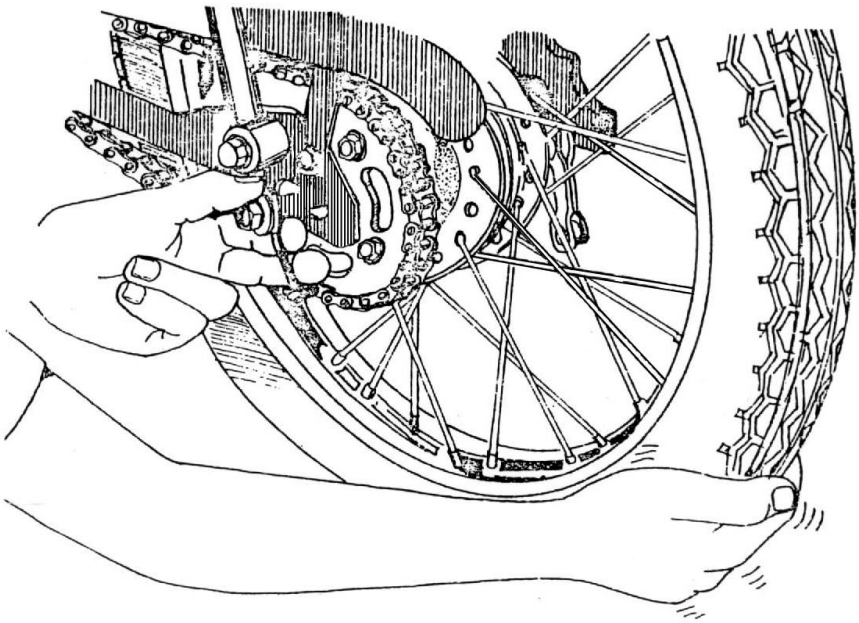


Fig. 9

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave de fenda, alicate universal, martelo de plástico
2	Retire a roda traseira.	
3	Instale a roda traseira.	

Pneumáticos

Os pneus utilizados nas motocicletas não diferem muito dos usados nos automóveis. Basicamente, a diferença se dá em termos de dimensão e resistência. Destaca-se, também, a banda de rodagem lateral (ombro), que os pneus das motocicletas utilizam para manter a aderência ao solo nas inclinações ocasionadas pelas curvas.

Quanto ao desenho da banda de rodagem, varia de acordo com sua aplicação; para uso em vias comuns e estradas asfaltadas, utilizam-se pneus com sulcos menos profundos e de menor reforço interno. Para os caminhos difíceis e enlameados, ou do tipo *trail*, enduro, *cross*, etc., são utilizados pneus especiais que, geralmente, têm sulcos profundos na banda de rodagem e maior reforço interno.

No interior do pneu, há uma câmara de ar idêntica às utilizadas nos veículos em geral, diferindo apenas uma dimensão. Devido às severas condições de trabalho a que são submetidos, os pneumáticos sofrem desgastes que forçam sua substituição periodicamente. No entanto, para que se possa obter o máximo de rendimento dos pneus, é preciso que se obedeça a algumas recomendações dos fabricantes, como pressão de ar, aplicação correta, etc.

A fig. 10 ilustra um pneu em corte utilizado em motocicleta, com destaque para os seus componentes internos e externos.

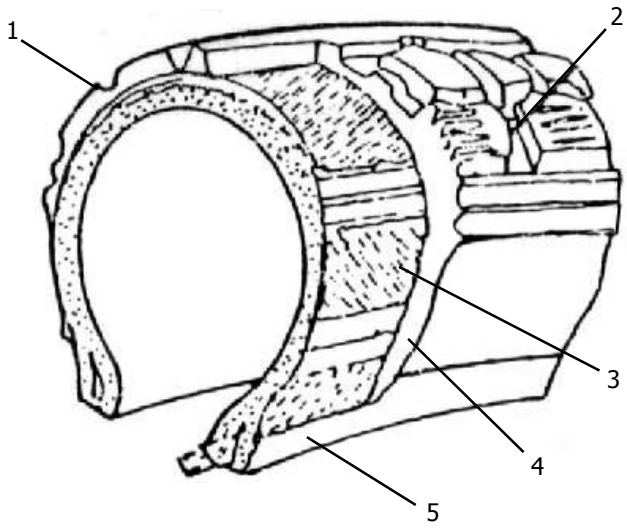


Fig. 10

1. Banda de rodagem – aumenta a força motriz e frenagem.
2. Ombro – exerce o papel da banda de rodagem nas inclinações provocadas pelas curvas.
3. Flanco – suporta as deformações provocadas pelas irregularidades do solo.
4. Lonas – aumentam a resistência do pneu aos impactos sofridos.
5. Talão – é a parte que mantém contato com o aro da roda; contém reforço em aço, para aumentar sua resistência e hermeticidade.

Rolamentos: tipos e aplicações

Na motocicleta, encontra-se uma variedade de rolamentos, instalados em seus diversos sistemas. Ainda que todos tenham por finalidade reduzir o atrito, variam na forma e disposição dos seus elementos, conforme descrito a seguir.

Rolamentos de agulhas

Estes rolamentos possuem um separador com roletes de pouco diâmetro (fig. 11).

São utilizados nas bielas para motores de motocicletas, por oferecer a vantagem de, com seu pouco peso, suportar a carga nas diferentes variações de esforços a que são submetidos.

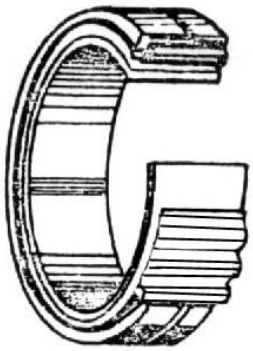


Fig. 11

Rolamentos de esferas blindadas

Estes rolamentos contêm de anéis, separadores, esferas e vedadores laterais (fig. 12), sendo utilizados para trabalhos que não requeiram necessidade de lubrificação periódica.

O lubrificante é colocado na fábrica.

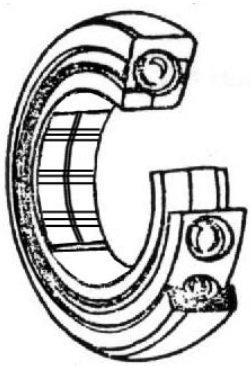


Fig. 12

Rolamentos axiais

Estes rolamentos, por utilizar elementos rodantes de grande precisão e com larga área de contato, podem suportar grande capacidade de carga num pequeno espaço. São utilizados para trabalhar tanto na horizontal quanto na vertical (fig. 13).

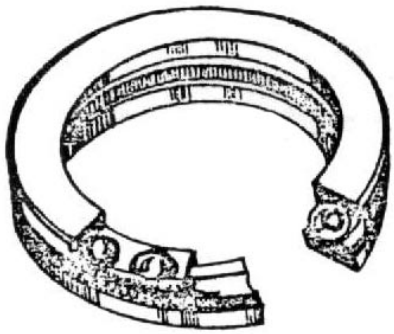


Fig. 13

Rolamentos radiais

São utilizados nas caixas de mudanças e podem vir incorporados com um anel retentor na periferia do anel externo, sendo lubrificados pelo próprio óleo da caixa de mudanças (fig. 14).

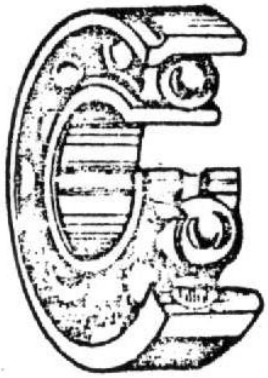


Fig. 14

Motores

Nesta Seção...

Funcionamento do motor de combustão interna ◀

Motor de dois tempos ◀

2

Funcionamento do motor de combustão interna

Define-se como motor de combustão interna toda máquina que transforme energia térmica (calor) em energia mecânica (movimento) através de explosões da mistura combustível internamente comprimida nos cilindros.

Seu funcionamento baseia-se no princípio dos momentos, ou seja, no efeito da expansão dos gases em combustão atuando na cabeça de um êmbolo, no interior de um cilindro, e ligado a uma manivela por meio de um braço tipo biela. A força de expansão dos gases em combustão impulsiona o êmbolo para baixo, e a biela transforma seu movimento alternado de sobe e desce em movimento rotativo da manivela, conforme ilustra a fig. 1.

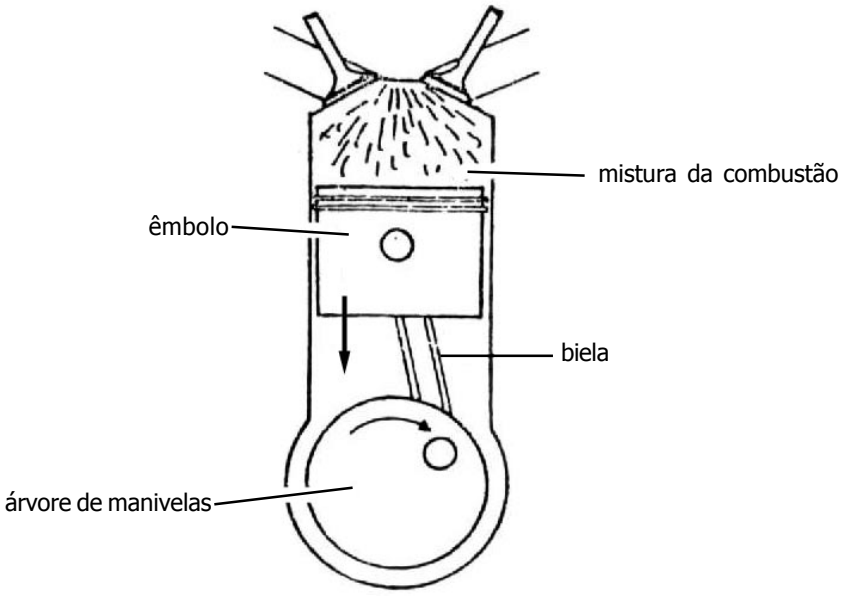


Fig. 1

Este motor, comumente conhecido como motor ciclo Otto, surgiu simultaneamente na Alemanha e França em fins do século XIX. Vem sofrendo modificações e aperfeiçoamentos técnicos que têm resultado numa extraordinária *performance* em termos de potência e economia.

Sua utilização é quase universal em veículos autopropulsores na terra, ar ou mar.

Em motocicletas, utilizam-se motores a explosão similares aos utilizados nos demais veículos automotores, diferindo apenas no tamanho, forma, peso e outras particularidades, mas obedecendo aos mesmos princípios, conforme descrito a seguir.

Princípio de funcionamento

O funcionamento dos motores à combustão interna assemelha-se ao ciclo de trabalho de um canhão antigo.

Vejamos, por exemplo, como se processa o ciclo de trabalho desse tipo de canhão.

Inicialmente, é introduzida, no interior do seu cilindro, certa quantidade de combustível. Em seguida, colocam-se um fardo de pano, resíduos de madeira e ou outro elemento sólido que sirva para pressionar o combustível colocado no cilindro. Utilizando um batedor apropriado, pressiona-se a chamada *bucha de canhão* de encontro ao combustível, cujo efeito é o condicionamento a explosão, isto porque todo combustível, pressionado, ao inflamar-se desloca, violentamente, os gases resultantes da combustão, o que caracteriza o efeito explosão.

Como o objetivo do canhão é expelir um corpo sólido de encontro a um alvo qualquer, introduz-se também, no interior do cilindro, uma bola de ferro chamada bala de canhão.

Para que aconteça a explosão do combustível pressionado, faz-se necessária a ignição desse combustível, geralmente provocada pela chama de um pavio embebido em combustível e em contato direto com o combustível pressionado. Assim, o operador do canhão irá acender o pavio, que, ao alcançar o combustível pressionado, provoca sua explosão, em conseqüência da qual ocorre a expansão dos gases queimados, que impulsionam a bala ao local desejado.

Mas os gases queimados deixam resíduos no cilindro, como, por exemplo, o gás carbônico resultante da combustão, que fatalmente podem prejudicar nova utilização do canhão; por isso, devem-se retirar esses gases do interior do cilindro, para que se possa reutilizar o canhão.

Mecanismo de funcionamento

Vimos, anteriormente, que o motor a combustão interna transforma o movimento retilíneo e alternado de sobe e desce, efetuado pelo êmbolo, em movimento rotativo da árvore de manivelas. Isso significa que o êmbolo obrigatoriamente inverte seu curso em dois pontos distintos, que passamos a denominar ponto morto superior (PMS) e ponto morto inferior (PMI), conforme ilustra a fig. 2.

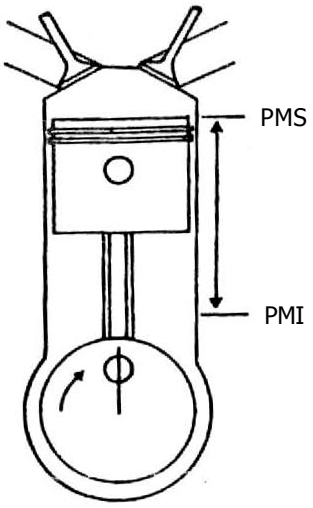


Fig. 2

Agora, vamos introduzir um mecanismo nesse motor que permite alimentá-lo com mistura combustível, além de possibilitar a expulsão dos gases queimados de forma prática e automática. Passamos a denominar esse elemento de mecanismo das válvulas, conforme demonstrado a seguir.

Mecanismo das válvulas

Tem por função abrir e fechar as válvulas do motor no momento adequado, o que ocorre porque este mecanismo está sincronizado com o movimento da árvore de manivelas, como mostra a fig. 3.

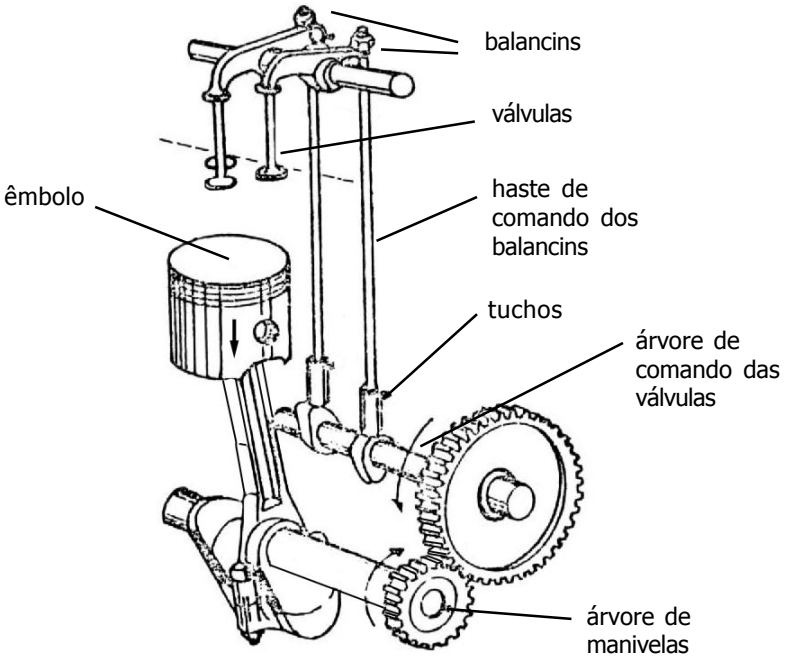


Fig. 3

O sistema é composto por duas válvulas distintas: uma de admissão, que permite a entrada de misturas combustíveis para dentro do cilindro; outra de escapamento, que permite a saída dos gases queimados para fora dele. Estas válvulas são comandadas pelos demais elementos do citado mecanismo, que devem abri-las ou fechá-las no momento oportuno. Evidentemente, existem outros fatores que contribuem para o funcionamento do motor, mas, para efeito de explanação do seu princípio básico de trabalho, limitamos as informações ao que já está descrito.

Agora, vejamos como se processa o ciclo de trabalho do motor a combustão interna. Se analisarmos melhor o ciclo de trabalho do canhão antigo, constataremos que ocorre em quatro fases distintas: alimentação; compressão; explosão; limpeza dos gases queimados. Para que ocorra novo tiro, todo o trabalho deve ser repetido, tornando-se cíclica sua operação. Nos motores a combustão interna, estes fatos se repetem de forma igual, mas com objetivos diferentes, conforme veremos a seguir.

Ciclo de funcionamento do motor

O ciclo de trabalho do motor a combustão interna também ocorre em quatro fases distintas: admissão; compressão; explosão; escapamento. Cada uma dessas fases se desenvolve em curso completo do êmbolo, ou seja, um deslocamento completo do PMS ao PMI ou vice-versa. Para cada curso completo do êmbolo, a árvore de manivelas gira meia volta, o que significa dizer que, ao completar o ciclo, ela desenvolveu duas voltas completas.

Admissão

Começa quando o êmbolo se encontra no PMS. Abre-se a válvula de admissão, e o êmbolo inicia seu movimento descendente, permitindo a entrada da mistura combustível devido à sucção provocada pelo êmbolo (fig. 4), o que ocorre até que o êmbolo atinja o PMI. Neste momento, fecha-se a válvula de admissão, e a árvore terá completado meia volta.

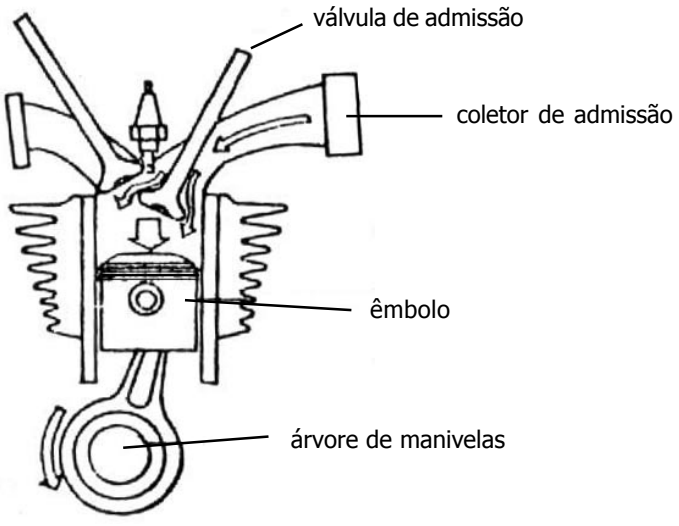


Fig. 4

Compressão

Vimos, anteriormente, que o êmbolo se deslocou do PMS ao PMI, aspirando a mistura combustível. Ao inverter seu curso, inicia-se a segunda fase, ou seja, a de compressão da mistura combustível aspirada, que se desenvolve através do deslocamento ascendente do êmbolo do PMI ao PMS, reduzindo, sensivelmente, o espaço ocupado pela mistura combustível. Nesse meio tempo, a árvore de manivelas haverá completado mais meia volta (fig. 5).

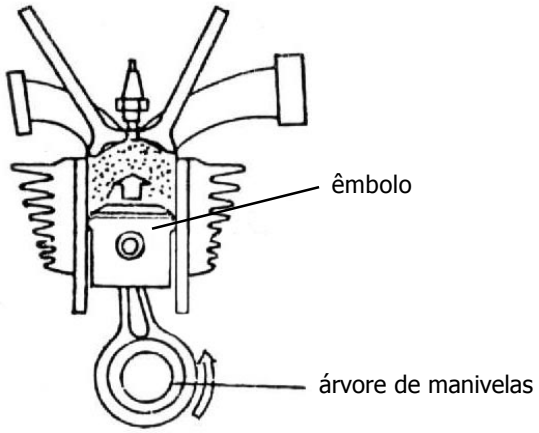


Fig. 5

Explosão

Ao atingir o PMS na fase de compressão, o êmbolo terá comprimido fortemente a mistura combustível, condicionando-a à explosão. Para ocorrer a explosão dessa mistura combustível, faz-se necessário o auxílio de um novo elemento, que provoca uma faísca elétrica no espaço em que a mistura está comprimida e, conseqüentemente, a sua ignição. Como o efeito da explosão provoca a expansão dos gases queimados, eles deslocam violentamente o êmbolo do PMS ao PMI, caracterizando a fase. Tal fenômeno é também conhecido como tempo motor (fig. 6). Com a conclusão desta fase, ocorre mais meia volta da árvore de manivelas.

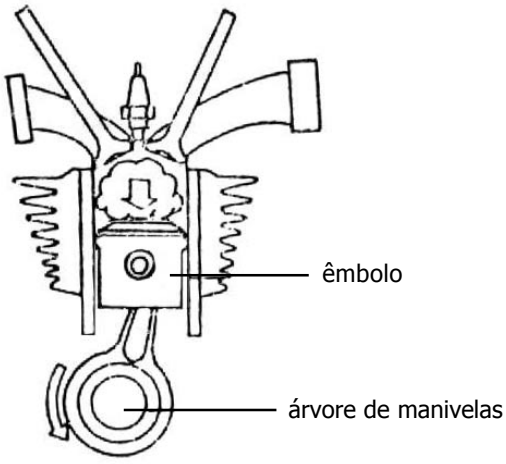


Fig. 6

Escapamento

Ao atingir o PMI por força do deslocamento dos gases inflamados, o êmbolo tende a inverter o seu curso. Nesse momento, o mecanismo das válvulas abre a válvula de escapamento, que permanece aberta, até que o êmbolo atinja novamente o PMS. A pressão provocada pelo movimento ascendente do êmbolo faz com que os resíduos dos gases queimados sejam expulsos do interior do cilindro através da válvula de escapamento (fig. 7.). Com isso, ocorre a quarta e última meia volta da árvore de manivelas, completando as duas voltas dela para o complemento do ciclo. A partir deste momento, inicia-se novamente a primeira fase, e assim sucessivamente.

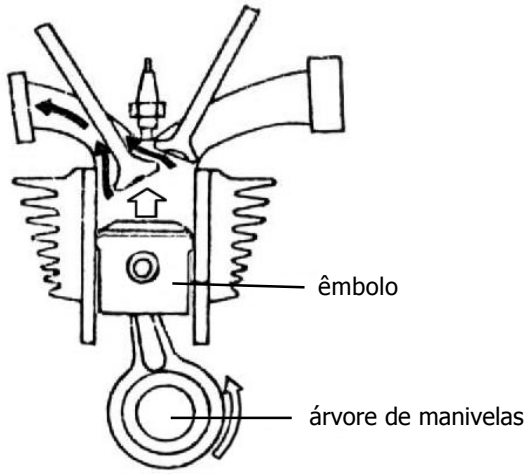


Fig. 7

Os motores a combustão interna diferem entre si em tamanho, potência desenvolvida, número de cilindros, combustíveis utilizados e outras particularidades dos seus fabricantes. Entretanto, todos obedecem aos princípios básicos de funcionamento de seu projeto original em épocas remotas. Portanto, conhecedor de tais princípios, você pode entender melhor essas peculiaridades.

Motor de dois tempos

É o motor que completa o ciclo de funcionamento em dois tempos, ou seja, em dois cursos do êmbolo e uma volta da árvore de manivelas.

Alguns fabricantes de motocicletas adotam, em seus modelos, motores de dois tempos, principalmente pela simplificação de construção, com menos peso e fácil manutenção.

Constituição do motor de dois tempos

Basicamente, em termos de componentes, o motor de dois tempos não difere muito do motor convencional de quatro tempos. O fato mais notório, nesse aspecto, é que o motor de dois tempos,

principalmente em motocicletas, não é dotado de mecanismo de válvulas. Em seu lugar, existem aberturas no cilindro que servem para dar passagem à mistura combustível e saída dos gases queimados. Existe, ainda, uma terceira abertura, em contato direto com o coletor de admissão, para receber a mistura preparada pelo carburador. Essa abertura denomina-se orifício de compensação. Geralmente, o motor de dois tempos apresenta os componentes visualizados na fig. 8.

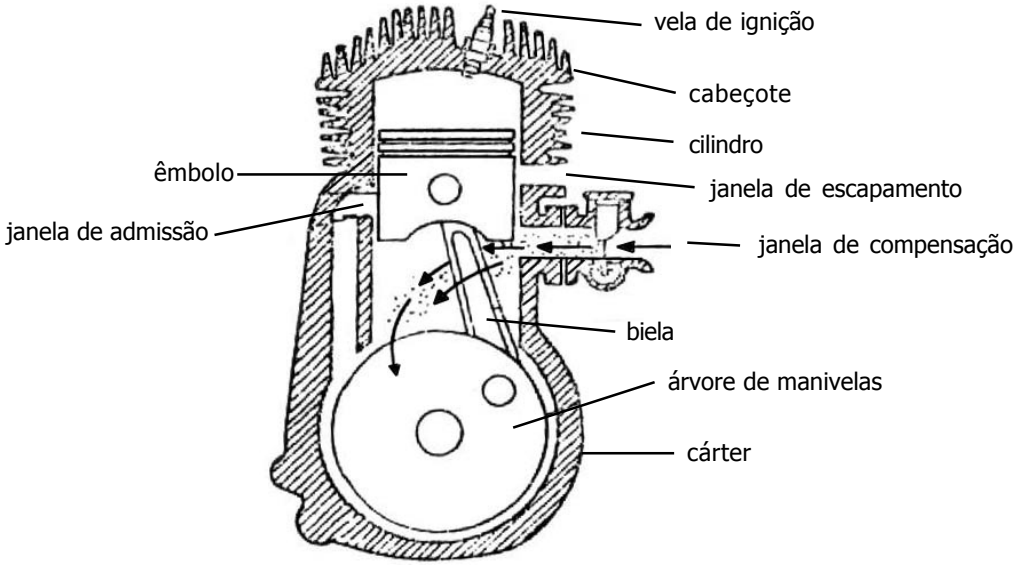


Fig. 8

Características do motor de dois tempos

Cabeçote

É uma peça de ferro maciço ou alumínio, com aletas de arrefecimento em toda a superfície externa e um orifício roscado, onde se aloja a vela de ignição. Na parte inferior do cabeçote, em que se contacta com o cilindro, encontra-se uma cavidade que forma a câmara de combustão. Sua forma varia de acordo com a potência, aplicação do motor e/ou preferência do fabricante. Alguns motores de grande porte possuem uma válvula de descompressão situada no cabeçote, cuja finalidade é facilitar a partida inicial do motor.

Êmbolo

O que caracteriza o êmbolo do motor de dois tempos, em relação ao do motor convencional, é a ausência dos anéis raspadores de óleo. Isto porque, geralmente a lubrificação desses motores é feita por nebulização, ou seja, adição de óleo especial no próprio combustível. Tais êmbolos têm também uma cavidade lateral, para facilitar o ingresso do combustível.

Cilindro

Difere do cilindro convencional pela existência, em suas paredes, de janelas ou aberturas de compensação, alimentação e escapamento.

Cárter

Além de alojar a árvore de manivelas, tem um papel importante no funcionamento do motor, pois promove a pré-compressão da mistura de ar/combustível em seu interior, antes da compressão normal do cilindro.

Funcionamento do motor de dois tempos

As fases de um motor de dois tempos são as mesmas das de um de quatro tempos. A diferença, porém, está na maneira de como acontecem estas fases. A árvore de manivelas dá uma volta, para que se complete o ciclo de funcionamento.

Vejamos, a seguir, a descrição do citado ciclo.

Admissão

O carburador desse tipo de motor é fixado num plano inferior ao da câmara de combustão, para facilitar a entrada da mistura de ar/combustível e óleo no cárter.

Quando o êmbolo sobe para PMS, succiona o combustível do carburador, fazendo encher o cárter; na sua descida, comprime a mistura no interior do cárter, transferida para a câmara de combustão pela passagem lateral ou janela de transferência (fig. 9).

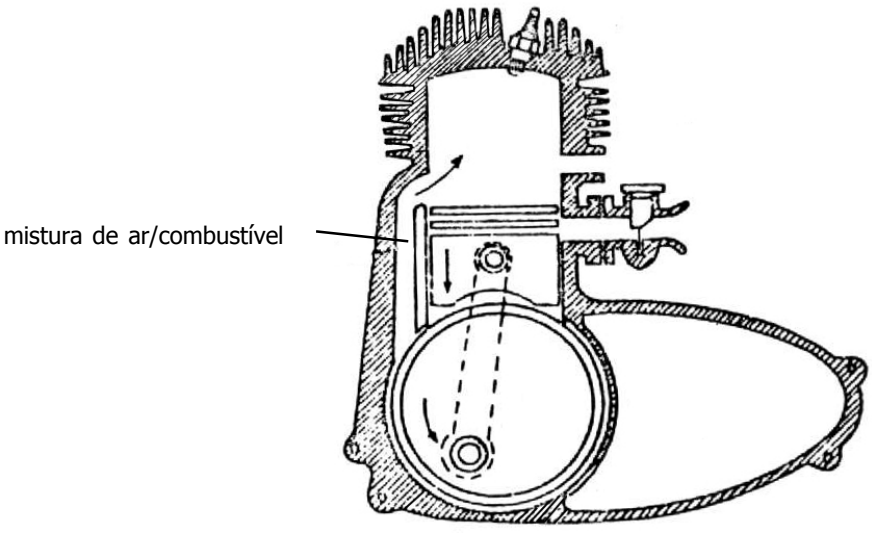


Fig. 9 – Admissão-transmissão do cárter para o cilindro

Compressão

Transferida a mistura para a câmara de combustão, o êmbolo começa a subir, comprimindo-a. Neste momento, ele atinge o PMS, e a sua saia fecha as saídas dos gases queimados e a janela de transferência (fig. 10).

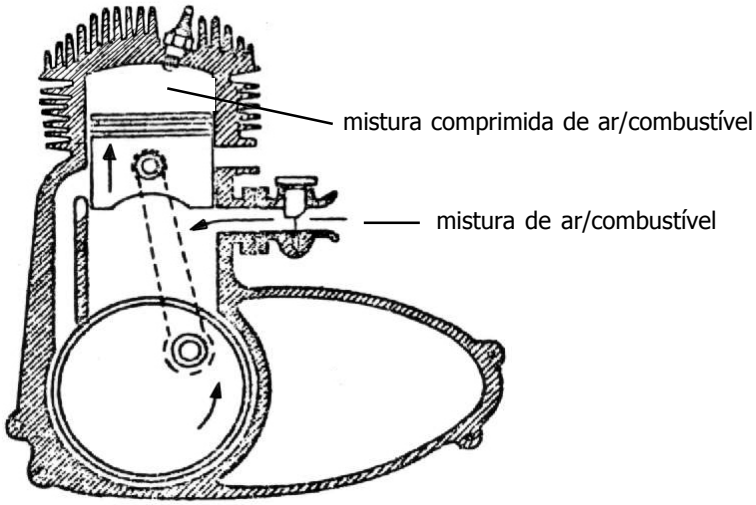


Fig. 10 – Admissão do cárter

Explosão

Quando o êmbolo está em PMS comprimido, é produzida uma centelha na vela de ignição que provoca a inflamação violenta da mistura, empurrando o êmbolo rapidamente para o PMI (fig. 11).

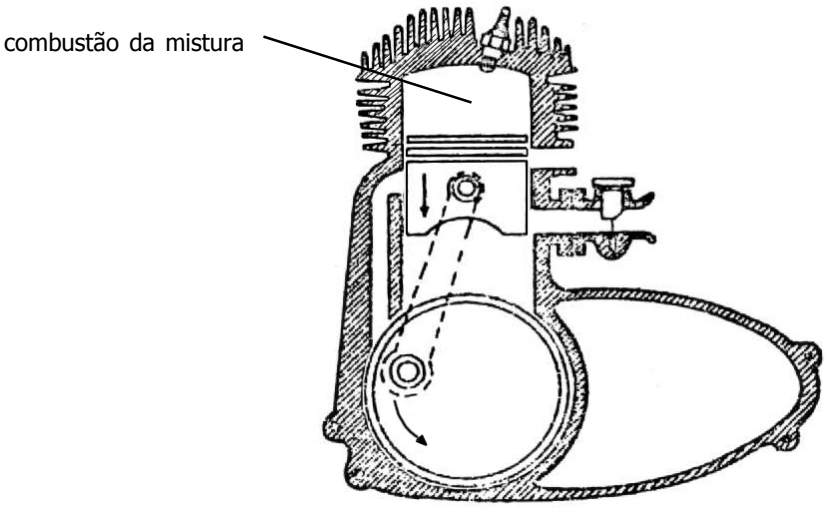


Fig. 11 – Potência-compressão do cárter

Escape

Ao ser empurrado violentamente para o PMI, o êmbolo "arrasta" os gases queimados, expelidos para o exterior. Ao descer, ele comprime novamente a mistura que já está no cárter, transferindo-a para a câmara de combustão, iniciando-se, então, novo ciclo de funcionamento (fig. 12).

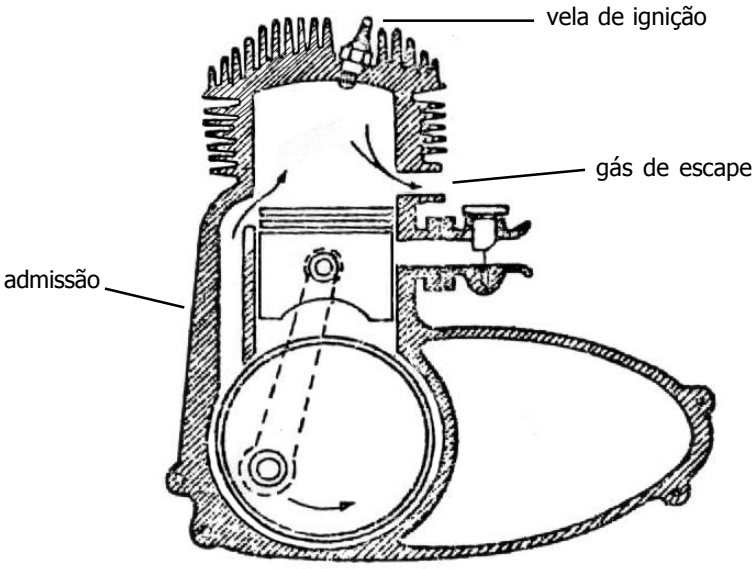


Fig. 12 – Escape depois admissão

Recomendações necessárias para os motores de dois tempos

Os motores de dois tempos, por suas características de construção e funcionamento, são de alta rotação, exigindo cuidados especiais, tais como:

a) o óleo a ser misturado no combustível, a fim de lubrificar as peças do cárter, deve possuir características de não atrapalhar a queima da mistura e, ao mesmo tempo, desempenhar o papel de lubrificar os componentes;

b) o ponto de ignição deve ser cuidadosamente aferido, pois pode acarretar sérios danos ao motor, se este trabalhar fora das especificações;

c) a boa manutenção é fator de durabilidade e consiste em desmontar os elementos para inspeção e troca das peças desgastadas em função do próprio uso.

O quadro a seguir apresenta, de forma resumida, as principais características dos motores de dois e quatro tempos.

Quadro comparativo entre os motores de dois e quatro tempos

QUESITOS	MOTOR 2T	MOTOR 4T
CONSTRUÇÃO	Construção simplificada. Cabeçote com uma única peça.	Construção complexa. Requer um mecanismo de válvulas no sistema de admissão e escape localizado no cabeçote. Mais pesado.
MANUTENÇÃO	Simplificada em razão do menor número de componentes. Requer descarbonização periódica.	Maior número de componentes traduz-se em manutenção e ajustes periódicos. Por outro lado, prescinde de descarbonização freqüente. Maior durabilidade das velas de ignição.
DESEMPENHO	No motor 2T, ocorre uma explosão a cada volta do eixo de manivelas, o que resulta em maior potência específica.	Maior regularidade de funcionamento. Regime de marcha lenta mais estável.
CONSUMO	A economia de combustível fica comprometida, uma vez que parte da mistura é expelida pela janela de escape durante o processo de lavagem dos gases.	Além de maior economia de combustível, o motor de 4T, em condições normais, não consome lubrificantes como o 2T.

Parte superior do motor

Nesta Seção...

Cilindros do motor ◀

Cabeçote do motor ◀

Mecanismo de acionamento das válvulas ◀

3

Cilindros do motor

O conjunto cilindro-êmbolo é responsável pela sucção da mistura de ar/combustível necessária ao funcionamento do motor.

Vejamos, a seguir, as principais características desse conjunto.

Cilindro

É um corpo roliço de diâmetro igual em todo o seu comprimento (geometria). No motor, essa denominação é dada a uma cavidade similar, onde trabalha o êmbolo. Em algumas publicações técnicas, o referente cilindro é chamado de camisa. Geralmente, é construído de ferro fundido ou antimônio, e suas paredes internas são de aço temperado e retificado, para resistir ao atrito dos anéis. Em motocicletas, os cilindros são dotados de aletas, fundidas em sua estrutura, que servem para dissipar o calor gerado pela combustão (fig. 1).

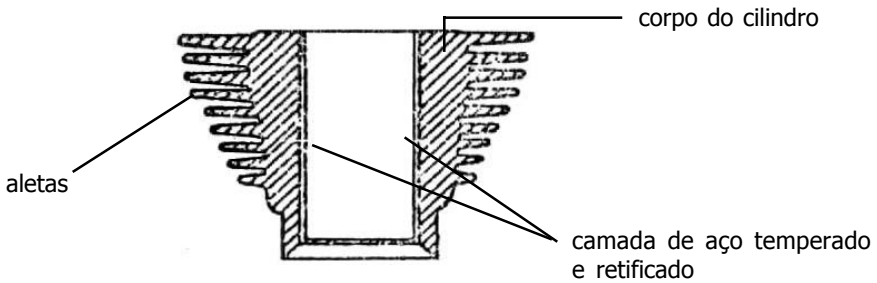


Fig. 1

Êmbolo

Localizado no interior do cilindro, com os respectivos anéis de segmento, pino e trava, é encarregado de receber a pressão dos gases em combustão e transmitir a força de expansão à biela. Geralmente, é fabricado de liga de alumínio-silício, cujas principais características são baixo peso específico, alta resistência

e rápida dissipação de calor. Alguns êmbolos recebem um revestimento metálico de estanho ou chumbo, para maior proteção à superfície de deslizamento com a camisa, onde há falta transitória de lubrificação. O diâmetro do êmbolo é menor do que o cilindro em que trabalha. Isto porque, ao receber o calor gerado pela combustão, sua matéria-prima de fabricação sofre uma dilatação, aumentando o diâmetro original. Como a dilatação é maior em sua parte superior (cabeça), devido ao contato direto com o fogo, os êmbolos têm nesse ponto diâmetro ligeiramente menor do que na saia (fig. 2).

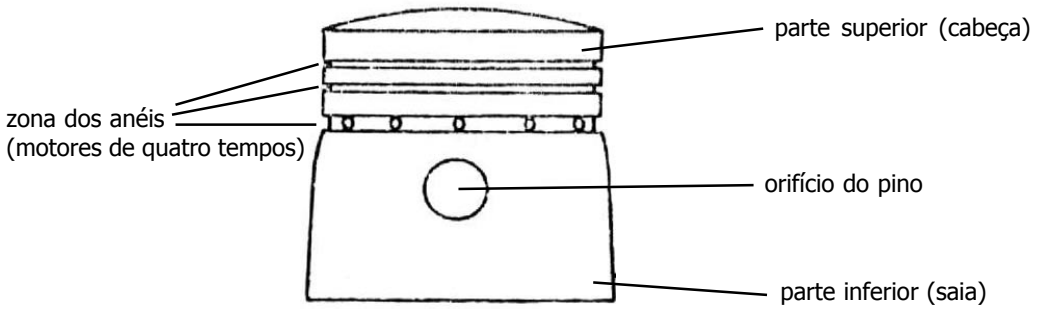


Fig. 2

Conjunto de anéis de segmento

São círculos metálicos com uma fenda separando seus extremos, os quais envolvem o êmbolo em cavidade própria. Os anéis desempenham dois importantes papéis no funcionamento do motor. Um é formar uma parede entre a superfície lisa do cilindro e a parte lateral do êmbolo, com o intuito de evitar eventuais perdas de compressão, quando o êmbolo comprime a mistura para a explosão. Outro é a raspagem do óleo jogado nas paredes do cilindro, promovendo sua lubrificação. Os êmbolos costumam ser dotados de dois anéis de compressão e um anel raspador de óleo. Conforme o emprego e a potência do motor, esse número pode se modificar.

Anéis de compressão

São constituídos de metal cromado e duro, sendo os mais solicitados durante o funcionamento do motor. Por esta razão, situam-se nas duas primeiras ranhuras do êmbolo. O anel na ranhura superior denomina-se anel primário, e o que ocupa a ranhura subseqüente chama-se anel secundário. Quanto ao formato das suas paredes, podem ser quadradas, trapezoidais ou chanfradas.

Anéis raspadores de óleo

São formados por dois anéis tipo lâmina e mola tipo expansor-separador entre essas lâminas. A mola expansora é construída de forma tal que permite ao lubrificante acompanhar o movimento de ascendência e descendência do êmbolo, com uma camada de óleo para a lubrificação das paredes do cilindro. O excesso de óleo é devolvido ao cárter através de orifícios próprios existentes na mola e no

êmbolo. O anel raspador de óleo é montado na ranhura inferior do êmbolo, embaixo dos anéis de compressão. A fig. 3 ilustra um conjunto de anéis de segmento normalmente usado nos cilindros e as respectivas posições de montagem.

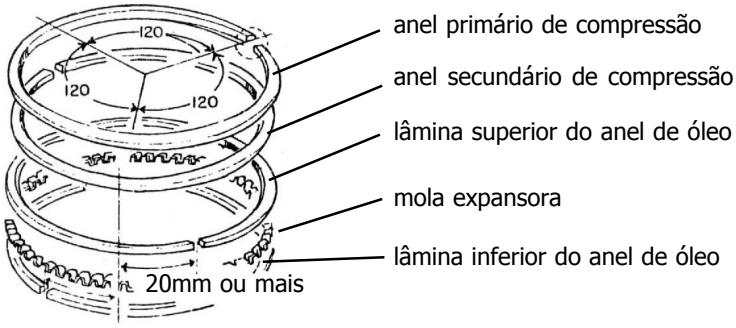


Fig. 3

O conjunto dos cilindros de um motor é montado entre o bloco do motor e o cabeçote, e, normalmente, dispensa manutenção periódica, a não ser que o motor apresente compressão abaixo do normal e, comprovadamente, tal fenômeno seja causado pela ovalização excessiva do cilindro. Nesse caso, todo o conjunto deverá sofrer reparos (retífica). A fig. 4 apresenta uma vista explodida do cilindro do motor e os respectivos componentes.

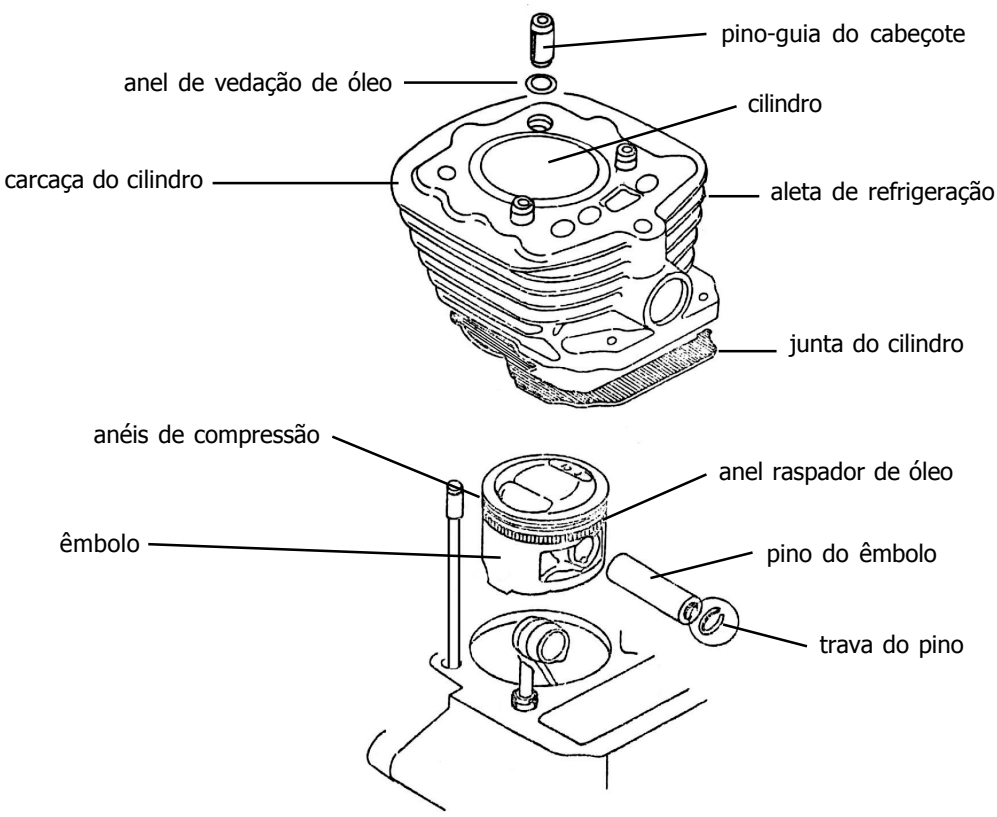


Fig. 4

A seguir, encontram-se relacionados os procedimentos básicos para executar o recondicionamento do cilindro do motor.

Recondicionamento do cilindro do motor

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, chave soquete, ferramentas especiais, elementos de limpeza, motocicleta completa e moto-rampa
2	Retire o conjunto do cilindro do motor.	
3	Inspecione os elementos do cilindro do motor.	
4	Instale o cilindro do motor.	
5	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Cabeçote do motor

Cabeçote do motor é o elemento do motor responsável pela vedação da parte superior do cilindro, formando, com este, o espaço no qual a mistura combustível irá comprimir-se para a eventual explosão, que caracteriza o funcionamento do motor. Esse espaço é normalmente conhecido como câmara de explosão.

O cabeçote tem tamanho e formas que variam de acordo com as características do motor. A fig. 5 mostra um cabeçote em corte montado no motor ciclo Otto de quatro tempos, bem como alguns dos seus componentes.

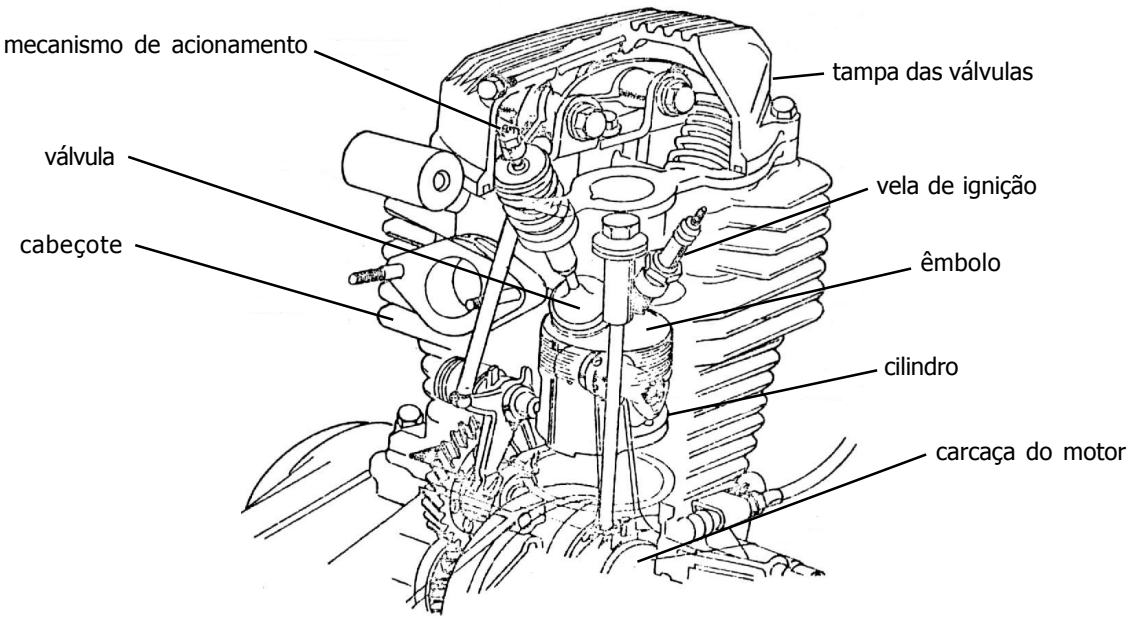


Fig. 5

Na motocicleta, os cabeçotes são geralmente construídos com ligas de alumínio e possuem aletas, para auxiliar na refrigeração do motor. Em sua estrutura, alojam-se as velas de ignição, e, em alguns motores modernos, encontram-se também as válvulas de admissão e descarga, bem como parte do mecanismo de acionamento delas.

Geralmente, os motores mais potentes são dotados de mais de um cilindro. Nesse caso, o cabeçote pode ser uma única peça para todos os cilindros ou, individualmente, para cada um deles. Considerando que a maioria das motocicletas em circulação tem características similares quanto ao cabeçote, direcionamos as informações técnicas para o motor de quatro tempos monocilíndrico. A exceção é para os motores de dois tempos.

Constituição do cabeçote

O cabeçote dos motores de quatro tempos é constituído, geralmente, pelos seguintes elementos (fig. 6).

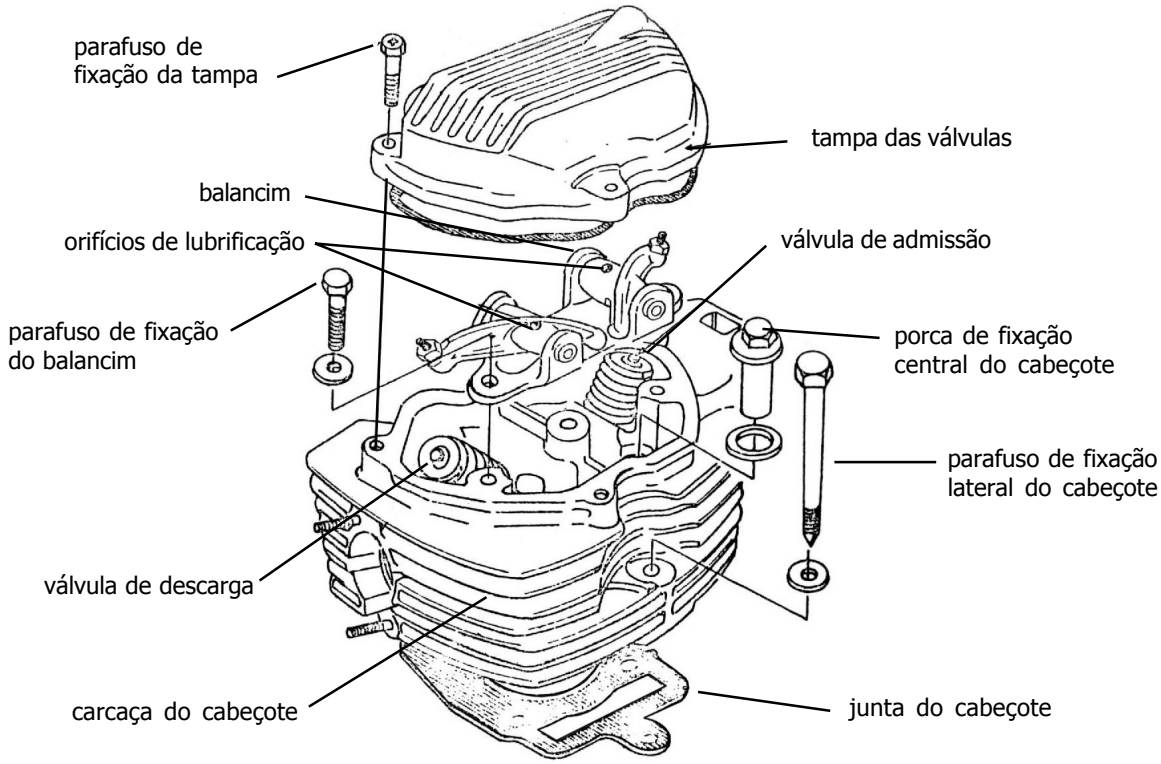
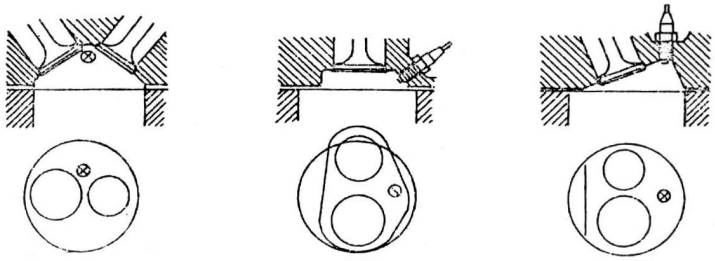


Fig. 6

A carcaça do cabeçote tem, de um lado, uma abertura circular por onde passam os gases de escapamento; do outro, uma segunda abertura, também cicular, por onde entra a mistura combustível. Fundidas em volta da carcaça, encontram-se as aletas de arrefecimento. Porém, o detalhe mais importante do cabeçote é a saliência inferior que forma a câmara de explosão. Ela varia conforme a potência e a aplicação da motocicleta. Basicamente, existem três formas distintas de câmara de

explosão, quais sejam: câmara em V, câmara em I e câmara hemisférica. Estas duas últimas demonstram maior aceitação por parte dos fabricantes de motocicletas pelas diversas vantagens que oferecem. A fig. 7 ilustra os três tipo de câmara.



câmara hemisférica câmara em I câmara em V

Fig. 7

Qualquer que seja a forma adotada pelo fabricante, essas câmaras não devem sofrer modificação em sua estrutura original, que fatalmente causaria alteração no funcionamento do motor e poderia reduzir sensivelmente seu tempo de vida útil. Cabe ao mecânico, portanto, verificar o seu estado de funcionamento e remover os resíduos de carvão que se acumulam na superfície ao longo do tempo.

Os demais componentes do cabeçote fazem parte de outros sistemas de funcionamento do motor, apesar de estarem alojados em sua carcaça. Por isso, são estudados detalhadamente em momento mais oportuno.

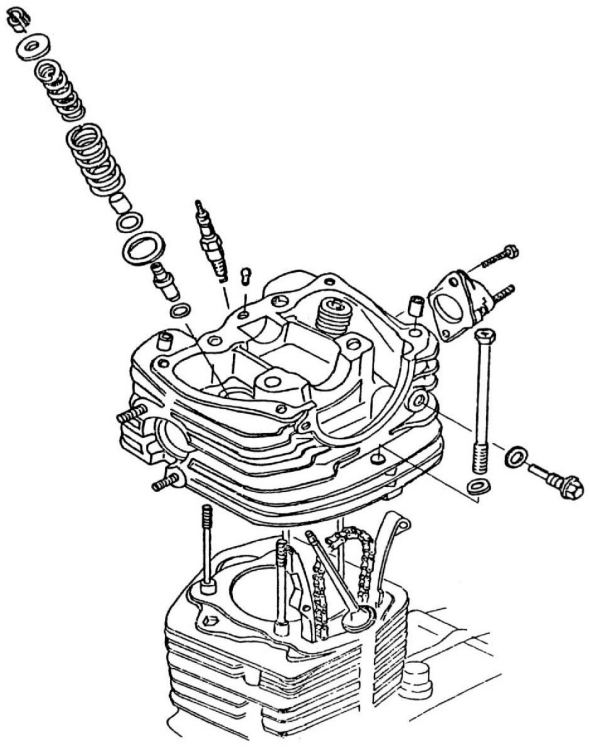


Fig. 8

Para finalizar o estudo acerca do cabeçote, encontram-se relacionados, a seguir, os procedimentos necessários ao seu recondicionamento.

Recondicionamento do cabeçote do motor

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, chave-soquete, ferramentas especiais, elementos de limpeza, motocicleta completa
2	Desmonte o cabeçote.	
3	Inspecione os elementos do cabeçote.	
4	Substitua as guias das válvulas.	
5	Esmerilhe a válvula.	
6.	Monte o cabeçote.	

Mecanismo de acionamento das válvulas

É o mecanismo que comanda a abertura e fechamento das válvulas em função do ciclo de trabalho do motor. Em motocicletas, esse mecanismo normalmente é formado pelo comando das válvulas, braços oscilantes, varetas balancins, suporte dos balancins e válvulas com molas e travas (fig. 9).

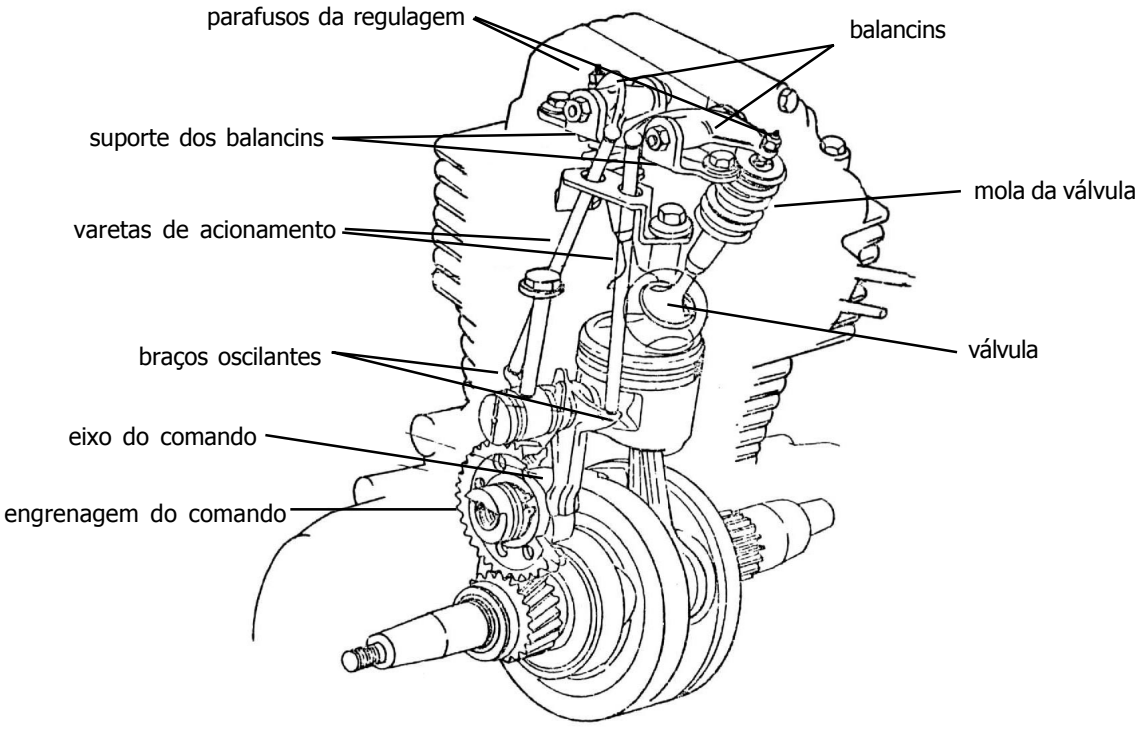


Fig. 9

Comando das válvulas

É formado por um eixo de came e uma engrenagem que se acopla a outra engrenagem na árvore de manivelas, recebendo o movimento desta última.

Braços oscilantes

Apóiam-se no came do comando das válvulas, para receberem o movimento oscilante e transmiti-lo às varetas.

Varetas de acionamento

Transmitem o movimento dos braços oscilantes aos balancins.

Balancins

Assemelham-se a uma gangorra, por estarem presos ao centro em um eixo que permite um movimento de vaivém. Em um lado das suas extremidades, apóia-se a vareta; do outro, apóia-se o pé da válvula, fazendo com que, ao acionar a vareta de um lado, o outro forçosamente empurre a válvula para baixo, promovendo a sua abertura.

Suporte dos balancins

Fixa os balancins em sua posição de trabalho e facilita a sua remoção para eventuais reparos.

Válvulas

Permitem a entrada de mistura combustível no interior do cilindro e a saída dos gases resultantes da combustão no ciclo de trabalho do motor. Quando não são acionadas, promovem a vedação interior do cilindro. Geralmente, são montadas no cabeçote do motor por meio de molas-prato e travas especiais.

Motores em comando no cabeçote

Alguns modelos de motocicleta são equipados com um tipo de mecanismo de válvulas comumente conhecido como OHC (*over head comander*) ou comando na cabeça. Basicamente, em termos de funcionamento, esse sistema não difere do sistema convencional, exceto o acoplamento entre a árvore de manivelas e o comando das válvulas, normalmente feito através de corrente ou correia dentada, e

dispensa o uso de varetas. A fig. 10 ilustra um mecanismo de comando OHC usado em alguns tipos de motor.

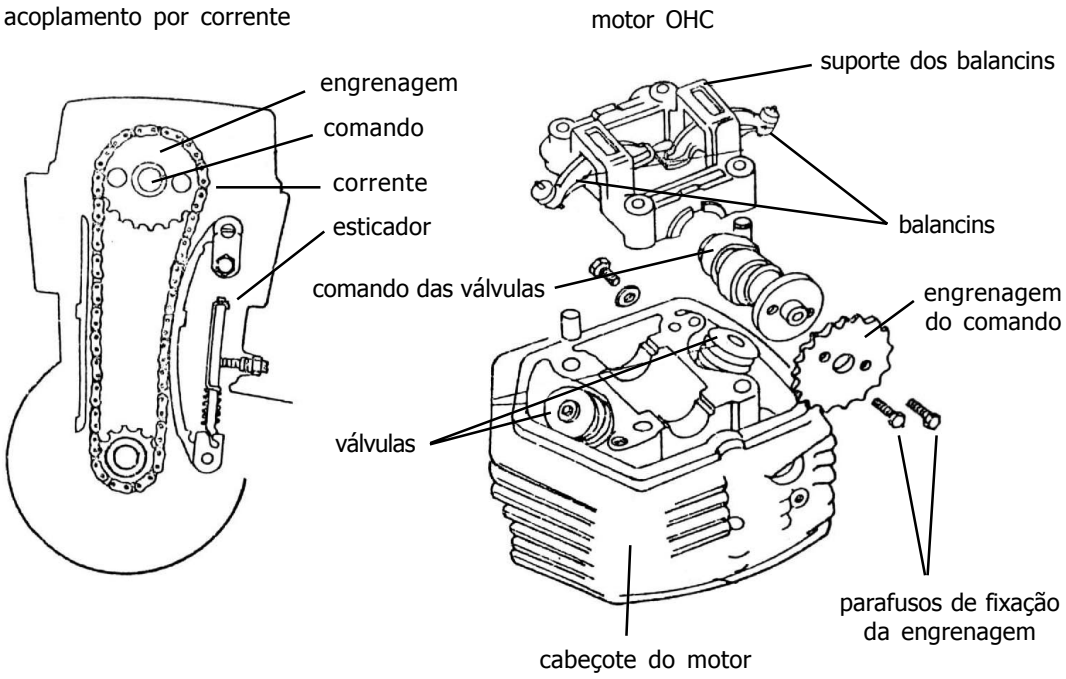


Fig. 10

Qualquer que seja o tipo de acoplamento no motor, deve ser sincronizado conforme as recomendações do fabricante do motor. Costumam-se adotar marcas de referência entre a engrenagem do comando e a engrenagem da árvore de manivelas.

Ciclo de trabalho do mecanismo das válvulas

Teoricamente, as válvulas do motor abrem e fecham nos pontos mortos superior e inferior do êmbolo, a que se denomina *ciclo teórico de funcionamento.*

Na realidade, quando o motor funciona, ocorrem variações nas aberturas e fechamento das válvulas, denominadas *ciclo prático ou real de funcionamento.*

O objetivo principal destas variações é melhorar o rendimento do motor, permitindo a entrada de maior quantidade de mistura no tempo de admissão e melhor evacuação dos gases queimados no tempo de escapamento.

Em geral, tais variações são preestabelecidas pelo fabricante do motor a partir do seu projeto de fabricação e dizem respeito à posição dos cames dos comandos das válvulas. Por isso, não cabe ao mecânico promover mudança nessas curvas, exceto quando o motor for preparado, especificamente, para competição.

Graficamente, o ciclo de quatro tempos, em relação à abertura e ao fechamento das válvulas, é representado por diagramas circulares (fig. 11).

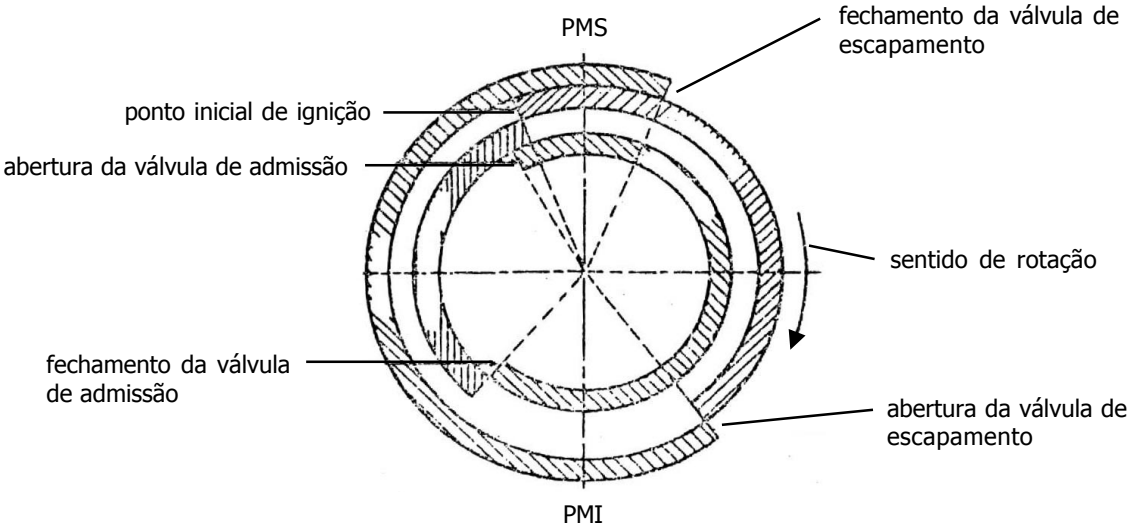


Fig. 11

No diagrama da fig. 11, os PMS e PMI representam os momentos em que o êmbolo inverte o seu curso no cilindro. Observe a representação do ciclo de trabalho do motor, ou seja, admissão, compressão, expansão e escape, expressos de dentro para fora do diagrama. Percebe-se que a válvula de admissão abriu antes que o êmbolo atingisse o PMS, ou seja, antes de o motor iniciar o novo ciclo de trabalho, e fechou depois que o êmbolo ultrapassou o PMI, já na fase de compressão. Na seqüência normal do ciclo de trabalho, observa-se, também, que a inflamação da mistura de combustível comprimida ocorreu antes que o êmbolo atingisse o PMS. A esse fato, denomina-se *avanço da ignição*.

O avanço da ignição varia conforme a rotação do motor. Isto porque, a partir de determinadas rotações, a velocidade do êmbolo supera a velocidade de queima do combustível, acarretando perda de potência no motor. Observe, também, que a válvula de escapamento abriu antes que o êmbolo atingisse o ponto morto inferior no tempo de expansão, só vindo fechar-se, quando o êmbolo ultrapassa o PMI no tempo de escapamento. Como os tempos de funcionamento do motor são *cíclicos* após o escapamento, automaticamente inicia-se o tempo de admissão. Observando, atentamente, o diagrama, constamos que a válvula de admissão abriu, quando a válvula de escape ainda se encontrava aberta. É o que se denomina *cruzamento das válvulas*, objetivando a formação de um vácuo provocado pela expulsão dos gases de escapamento, e que auxilia a entrada de nova mistura combustível no interior do cilindro, no tempo de admissão. Evidentemente, tudo isso ocorre em um espaço de tempo muito pequeno, dada a velocidade em que o motor trabalha, a qual pode provocar a *inércia* da mistura de combustível no coletor de admissão, resultando em limitações na rotação máxima do motor.

Finalmente, o quadro a seguir apresenta os passos básicos para efetuar a revisão do mecanismo estudado neste item (fig. 12).

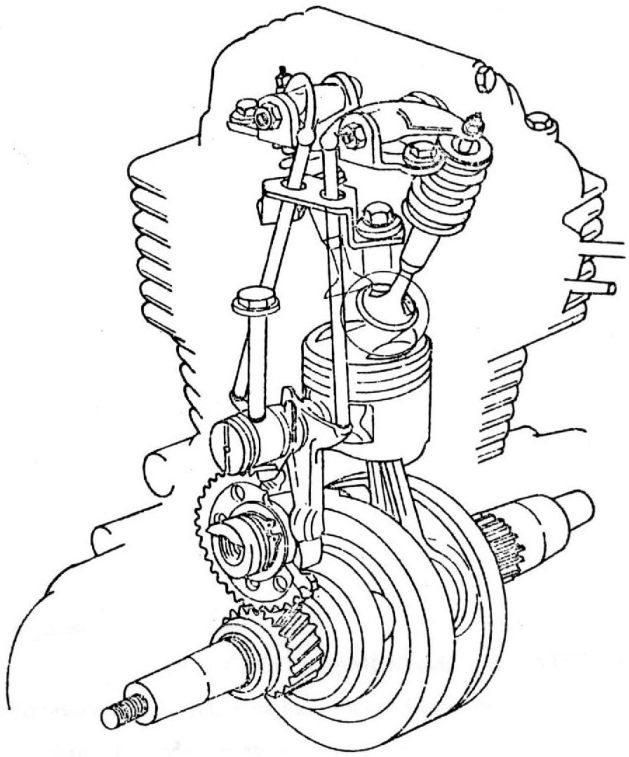


Fig. 12

Revisão no mecanismo de acionamento das válvulas

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, chave de fenda, ferramentas especiais, elementos de limpeza, motocicleta completa, moto-rampa
2	Desmonte o mecanismo de acionamento das válvulas.	
3	Inspecione o mecanismo de acionamento das válvulas.	
4	Monte o mecanismo de acionamento das válvulas.	
5	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Parte inferior do motor e sistema de transmissão

Nesta Seção...

Componentes do conjunto motor/transmissão ◀

Conjunto do seletor de marchas ◀

Sistema de lubrificação do conjunto motor/transmissão ◀

4

Componentes do conjunto motor/ transmissão

São os elementos que formam a propulsão e a tração da motocicleta, formados pelo conjunto móvel do motor e pela caixa de mudanças da transmissão, montados em um único bloco.

Conjunto móvel do motor

É o agrupamento ou conjunto de peças que tem por missão transformar o movimento retilíneo alternado do êmbolo em movimento circular da árvore de manivelas do motor. Esse conjunto é formado por árvore de manivelas, biela, munhão da biela, volante do motor e rolamentos (fig. 1).

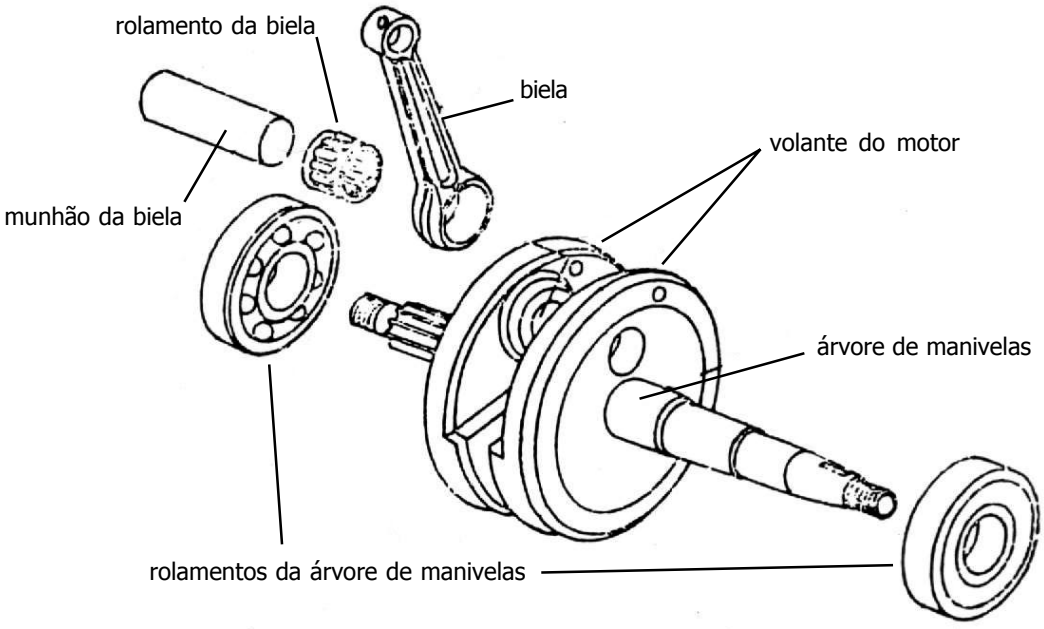


Fig. 1

Árvore de manivelas

É o principal eixo do motor, pois tem a função de transformar o movimento retilíneo alternado do pistão em movimento circular contínuo. A árvore de manivelas dos motores das motocicletas pode ser de diversos tipos e depende do número de cilindros que possui o motor. A fig. 2 ilustra árvore de manivelas de um motor de dois cilindros.

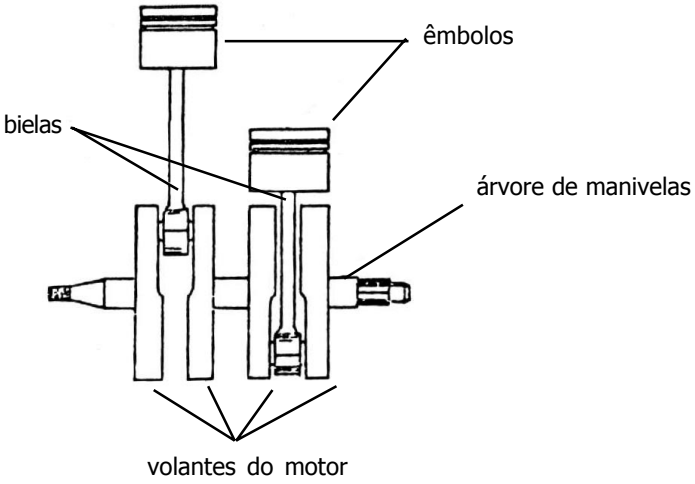


Fig. 2

A construção desta árvore de manivelas é feita de modo que não haja vibração do motor durante o seu funcionamento, pois a descentralização do volante é o fator mais importante na produção de força do motor em virtude da inércia causada por ele.

Biela

É a peça encarregada de transmitir à árvore de manivelas a força original pela expansão dos gases da combustão. Constitui um dos elementos responsáveis pela mudança do movimento retilíneo alternado do êmbolo em movimento circular contínuo da árvore. A biela é composta por pé, corpo, cabeça e rolamento (fig. 3).

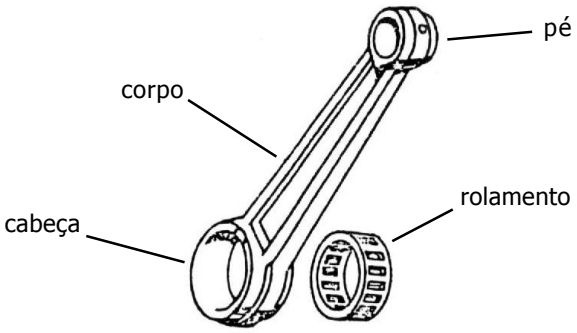


Fig. 3

Pé

É a parte que se acopla ao pino do êmbolo e que pode ser fixa no pino e livre no êmbolo, livre no pino e fixa no êmbolo, ou livre no pino e no êmbolo.

Corpo

Constitui a parte média da biela, e sua sucção de perfil em forma de I aumenta a rigidez e diminui o peso.

Cabeça

É a parte inferior da biela, sendo fixada no munhão. Sua fixação pode-se dar através de parafusos ou prensador.

Munhão da biela

É o local onde é fixada a biela, conforme já visto na fig. 1, e pode ser de dois tipos: fixo e intercambiável. O fixo é muito pouco usado em motocicletas, pelo fato de que, em caso de desgaste acentuado, há necessidade de substituição completa da árvore de manivelas apesar da probabilidade de retífica do conjunto. No munhão fixo, geralmente utilizam-se bielas de cabeça dividida, e, em vez de rolamento, essas bielas são montadas em casquilhos removíveis.

O tipo de munhão intercambiável tem sido notoriamente preferido pela maioria dos fabricantes de motocicletas pela simplicidade de manutenção e baixo custo operacional.

Volante do motor

Armazena a energia de rotação (inércia) que mantém a árvore de manivelas em movimento nos tempos de admissão, compressão e escapamento do motor. A fig. 4 ilustra um tipo de volante normalmente utilizado em motocicletas.

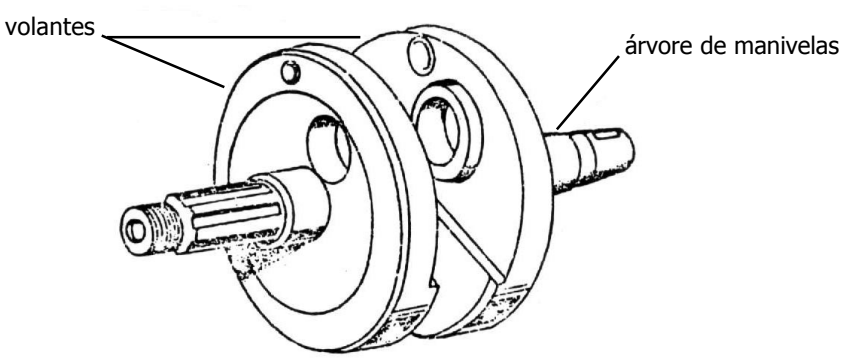


Fig. 4

Rolamentos

Basicamente, o conjunto móvel dos motores da motocicleta utiliza dois tipos distintos de rolamento. Um deles é o tipo agulha, montado entre a biela e o munhão. O outro é o radial comum, e apóia a árvore de manivelas na carcaça do motor. A fig. 5 mostra esses rolamentos no conjunto e a posição de montagem.

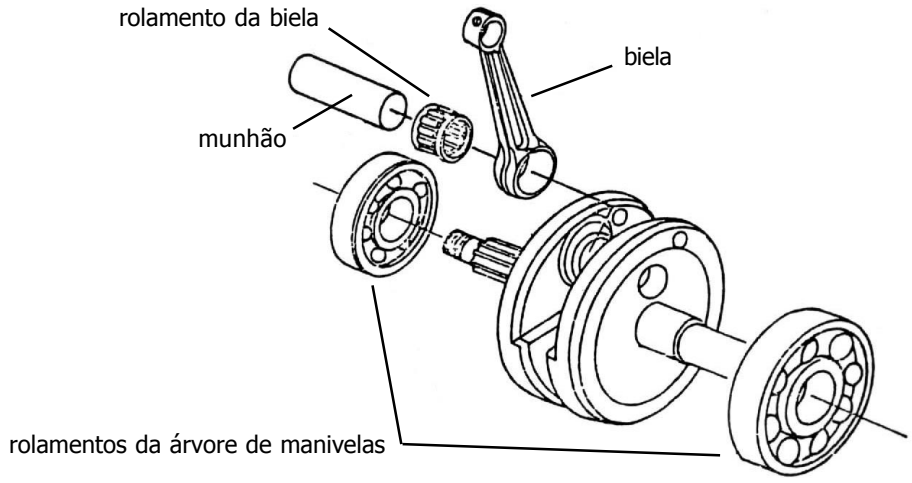


Fig. 5

O conjunto móvel do motor é fundamental ao seu funcionamento e requer ajustes substanciais em seu recondicionamento. É válido salientar que só deve ser desmontado em caso de comprovada falha de funcionamento e observadas as recomendações por parte do fabricante da motocicleta.

Caixa de mudanças

É um conjunto mecânico que, através de engrenagens, permite variar a velocidade da transmissão em benefício de maior força de tração na motocicleta.

A caixa de mudanças permite que o motor funcione numa faixa constante de rotação, variando rotação da roda traseira de acordo com a necessidade na condução, ou seja, se o motor mantém 2.000 rpm em terceira marcha, a velocidade é maior e a força menor, o que é possível pelo engrenamento de engrenagens de diferentes tamanhos. Quando o motor está em funcionamento, a árvore primária recebe a rotação da árvore de manivelas, que, através das engrenagens, multiplica ou desmultiplica esta rotação secundária, ou seja, as engrenagens da caixa de mudanças são de diversos tamanhos e estão fixadas em duas árvores paralelas que, quando engrenadas, transformam a força recebida do motor em velocidade ou força de tração.

A fig. 6 exemplifica um tipo de caixa de mudanças normalmente utilizado em motocicletas, bem como os seus componentes.

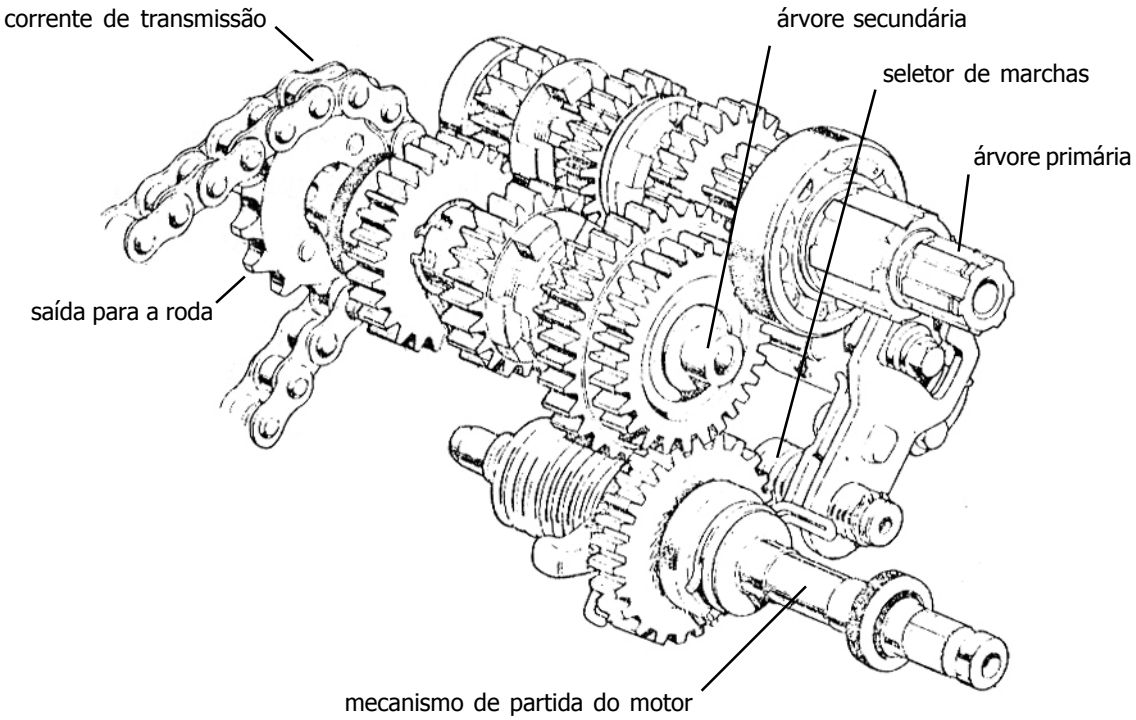


Fig. 6

Constituição da caixa de mudanças

Basicamente, a caixa de mudanças é formada por duas árvores distintas: primária e secundária.

Árvore primária

Composta por um eixo estriado com uma engrenagem fundida em sua estrutura e por diversas engrenagens que deslizam em suas estrias. O número de engrenagens deslizantes depende do número de marchas à frente de que a motocicleta for dotada. A fig. 7 exemplifica uma vista explodida de uma árvore primária, utilizada em motocicletas de quatro marchas à frente, e os respectivos componentes.

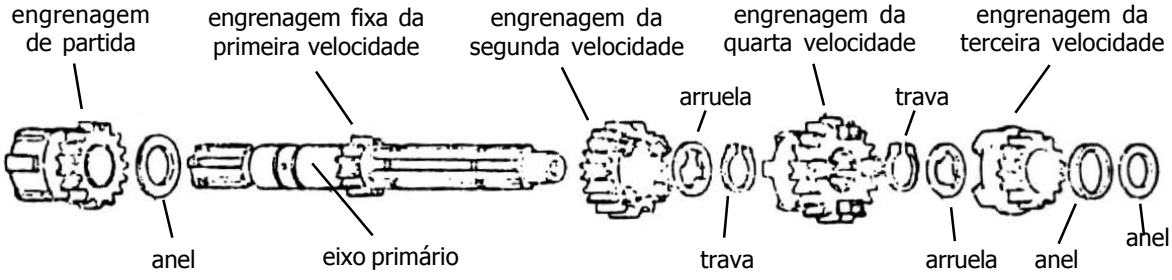


Fig. 7

A árvore primária é ligada à embreagem por engrenagens, a qual se liga à árvore de manivelas do motor, recebendo deste último a força desenvolvida, transmitindo-a, então, à árvore secundária. Em alguns casos, a ligação da árvore primária com o motor é feita através de corrente de aço.

Árvore secundária

Compõe-se de um eixo estriado e um número igual de engrenagens na árvore primária. A fig. 8 exemplifica a vista explodida de uma árvore secundária de motocicleta de quatro marchas à frente.

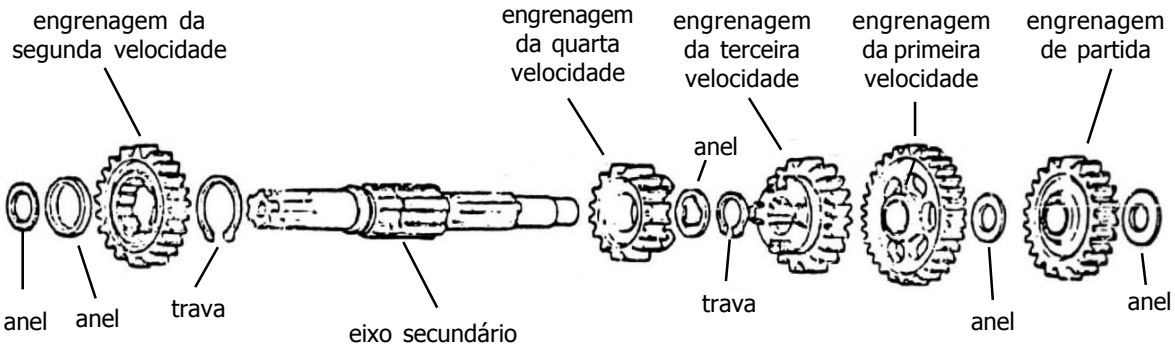


Fig. 8

A árvore secundária recebe o movimento da árvore primária, transmitindo-o à roda traseira da motocicleta na velocidade correspondente à marcha engrenada. A velocidade desenvolvida por cada marcha depende da relação de engrenagem existente entre as engrenagens primárias e secundárias.

Relação das engrenagens

Quando uma engrenagem pequena aciona uma grande, dá-se o aumento de torque ou força de torção, e, ao mesmo tempo, uma redução de rotações por minuto na engrenagem acionada. Numa relação de 3 × 1, diz-se que determinada engrenagem girou três vezes, enquanto a outra girou apenas uma vez, o que é possível, porque a engrenagem que girou menos vezes é maior e tem três vezes o número de dentes da engrenagem menor. Quando há o acoplamento de engrenagens de diferentes tamanhos, podemos variar a força e a velocidade.

Engrenamento das marchas

O engrenamento das marchas nas motocicletas é feito por duas formas distintas: por engrenagens corrediças e engrenagens permanentes, estas últimas pouco usadas pelos fabricantes.

Engrenagens corrediças

A mudança das marchas neste sistema é feita por garfos que se encaixam em ranhuras circunferenciais nos cubos das engrenagens. Cada engrenagem é fixada à árvore por meio da chaveta, de modo que possa correr livremente num espaço, até engrenar-se com a engrenagem mais próxima em forma de luva. Cada engrenagem fica em contato permanente com a engrenagem adjacente da outra árvore; mas gira livremente, até engrenar-se com a engrenagem corrediça, que, ao se acoplar, trava a árvore, fazendo girar todo o conjunto.

Apesar de todas as engrenagens estarem engrenadas simultaneamente nos dois eixos, elas giram, mas sem produzir força, pois ela só é produzida, quando a engrenagem corrediça se interpõe entre as duas, ou seja, no momento em que é acionado o garfo seletor, o qual movimenta-a, de modo que a rotação saia da árvore secundária.

Os garfos de mudanças são controlados por um tambor de alavanca de mudança ou por um disco excêntrico. A função dos tambores e do disco é transformar o movimento giratório da alavanca de mudança para engate e desengate das engrenagens.

A fig. 9 mostra uma vista explodida do conjunto completo de uma caixa de mudanças, incluindo a tampa lateral do motor onde ela é montada e o mecanismo seletor das marchas.

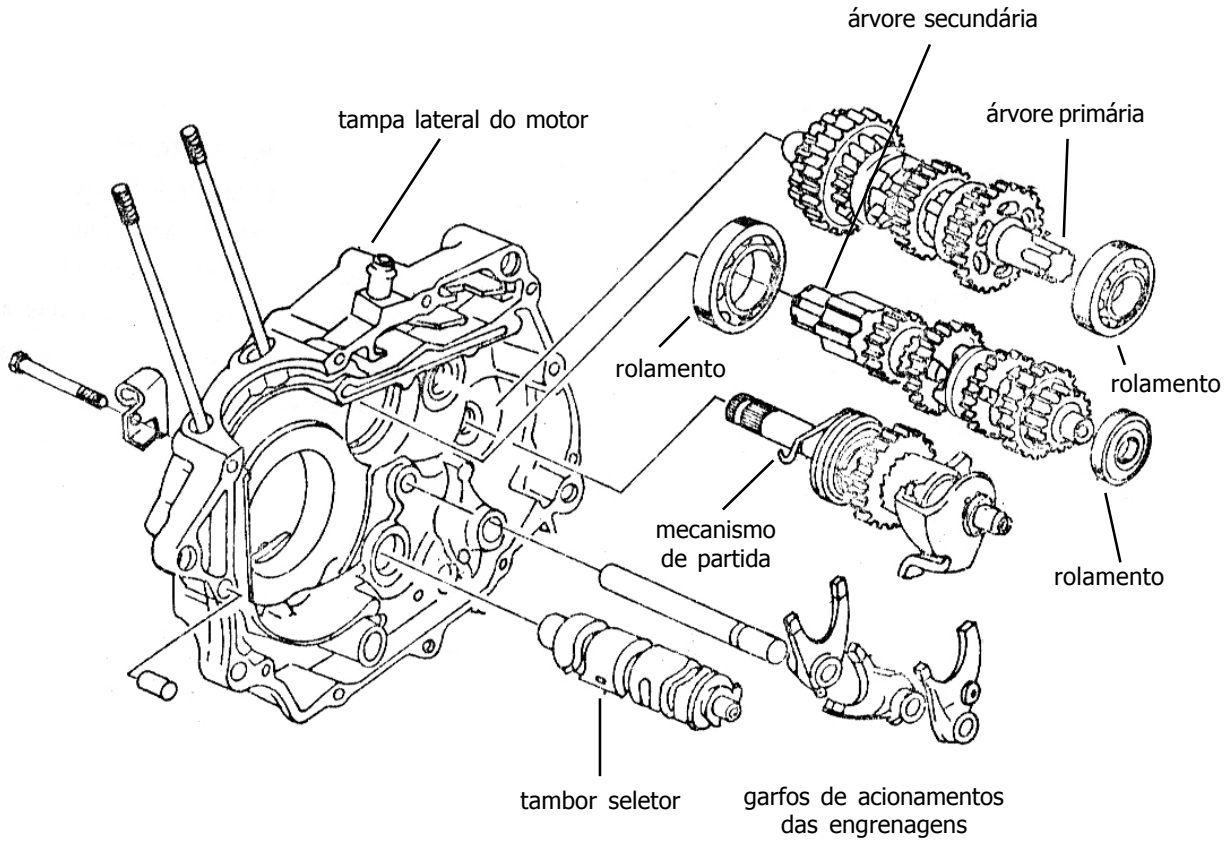


Fig. 9

O tambor da alavanca de mudanças é uma espécie de excêntrico com canais na superfície, onde os pinos passam pelos garfos. Os próprios garfos podem ser sustentados pelo tambor ou pelos eixos separados. De qualquer modo, os movimentos laterais e as posições são controlados por canais feitos no tambor.

Enquanto o tambor gira, os garfos são movimentados lateralmente, para mudar as engrenagens dentro da caixa de mudanças. Cada mudança de engrenagem requer apenas alguns graus da rotação do tambor. Este sistema é o mais usado nas motocicletas convencionais pela sua simplicidade no engate ou desengate das marchas, pois o tambor seletor é construído de forma a nunca ser possível engrenar duas marchas ao mesmo tempo.

A seleção das engrenagens é feita levantando ou apertando a alavanca de mudanças, ligada a uma catraca por um eixo. Acionada a alavanca, a mola da catraca faz com que esta volte, automaticamente, à sua posição central.

Ao movimentar o mecanismo de mudanças, move-se o eixo de controle para a frente ou para trás, dentro do eixo intermediário. O receptor de esferas empurra um jogo de esferas de aço para fora das suas aberturas no eixo intermediário, que se projetam deste para a cavidade existente na engrenagem, travando-o contra o eixo. As demais engrenagens ficam livres, uma vez que estão girando nesse eixo sem se encontrarem presas, pois não há possibilidade de engrenamento de duas marchas ao mesmo tempo.

A caixa de mudanças de uma motocicleta basicamente não requer de manutenção periódica ou preventiva. Mas, há dois procedimentos básicos que não devem ser desprezados: trocar o óleo periodicamente é um fator de grande importância, pois da boa lubrificação dependem a conservação das engrenagens e um engrenamento perfeito. A embreagem é o conjunto de peças que possibilita o engrenamento das marchas durante o funcionamento do motor, por isso deve-se mantê-la em bom estado e regulada de acordo com as especificações do fabricante.

Conjunto do seletor de marchas

É o mecanismo do sistema de transmissão, cuja função é promover a mudança de velocidade permitida pela caixa de mudanças nas mais diversas condições de utilização da motocicleta. Geralmente, essa seleção de marcha é feita através da utilização de um pedal, situado no lado oposto ao pedal do freio traseiro. Em algumas motocicletas, ela é feita pelo punho esquerdo do guidão, onde se encontra a alavanca da embreagem, ou por uma alavanca de mudanças ao lado do tanque de combustível.

Constituição do mecanismo do seletor da marcha

O mecanismo do seletor de marcha é constituído pelos elementos apresentados na fig. 10 e descritos a seguir.

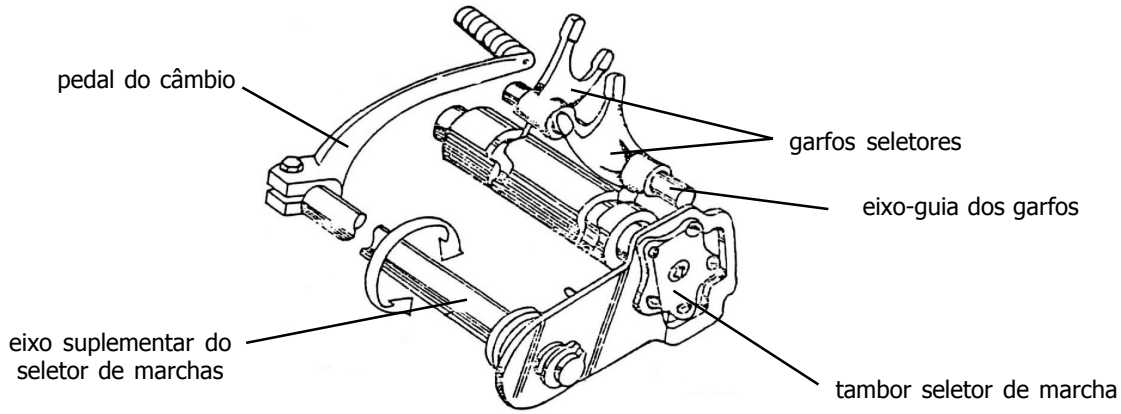


Fig. 10

Pedal de câmbio

É ligado ao mecanismo do eixo complementar do seletor de marchas por meio de estrias e um parafuso travante. Sua função é promover a troca de marcha sempre que acionado pelo condutor.

Eixo suplementar do seletor de marchas

Recebe a ação direta do pedal e atua sobre o tambor seletor para a mudança das marchas. É composto por um eixo complementar, um braço seletor, uma mola do braço, uma mola de retorno, anéis de travamento e arruelas de encosto (fig. 11).

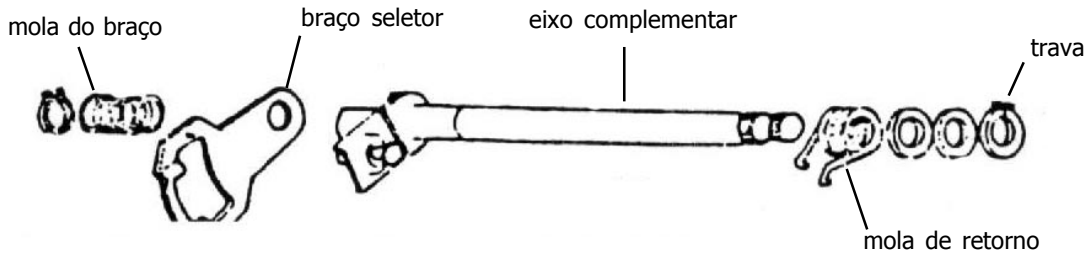


Fig. 11

Descrição do funcionamento do conjunto do seletor de marchas

A troca de marcha na motocicleta é efetuada pelo movimento alternado do pedal de cima para baixo ou vice-versa, conforme o caso. Não se consegue trocar mais de uma marcha, sem que o pedal retorne à posição de origem. Isto porque, o braço seletor encaixa-se no excêntrico posicionador, de forma que, ao girar o tambor, provoca o efeito catraca, que só lhe dá condição de um novo acionamento, se retornar à posição original. A sincronização de movimentos do conjunto faz com que, ao acionar o pedal que se encontra apoiado no eixo suplementar do seletor, ligue-se o tambor seletor que movimenta os garfos encaixados às engrenagens, as quais se acoplam uma à outra, caracterizando as marchas. O tambor seletor possui ranhuras de forma tal que, ao mudar uma marcha, automaticamente a marcha

anterior é desacoplada. Como a maioria das motocicletas possui mais de uma marcha à frente, um dispositivo indicador orienta o condutor para a indicação da posição neutra, ou seja, quando não houver marcha engatada. Essa orientação é feita através de uma luz indicadora, situada no painel de instrumentos da motocicleta.

Sistema de lubrificação do conjunto motor/transmissão

É o sistema responsável pela redução do atrito entre as partes móveis do conjunto motor/transmissão da motocicleta, feita através da manutenção de uma película de óleo entre os metais que giram entre si.

O funcionamento do sistema de lubrificação varia conforme o tipo de mecânica utilizado pelo fabricante. Para as motocicletas que usam motores de dois tempos, a lubrificação costuma ser feita individualmente, ou seja, no motor e no mecanismo da caixa de mudanças. No motor, empregam-se dois sistemas. O primeiro é feito através de mistura especial de óleo no combustível da motocicleta. O segundo emprega um reservatório externo e uma bomba de vácuo, comandada pelo acelerador, que adiciona certa quantidade de óleo à mistura de combustível. Já na caixa de mudanças, a lubrificação é feita através de imersão em óleo próprio. Para os motores de quatro tempos, geralmente o sistema empregado é o de lubrificação forçada, ou seja, a constante pressão de sucção de uma bomba, forçando a circulação do óleo entre as partes móveis do mecanismo, quando o motor está funcionando.

A maioria das motocicletas emprega um sistema de lubrificação conjunta para o motor e a caixa de mudanças, como exemplifica na fig. 12.

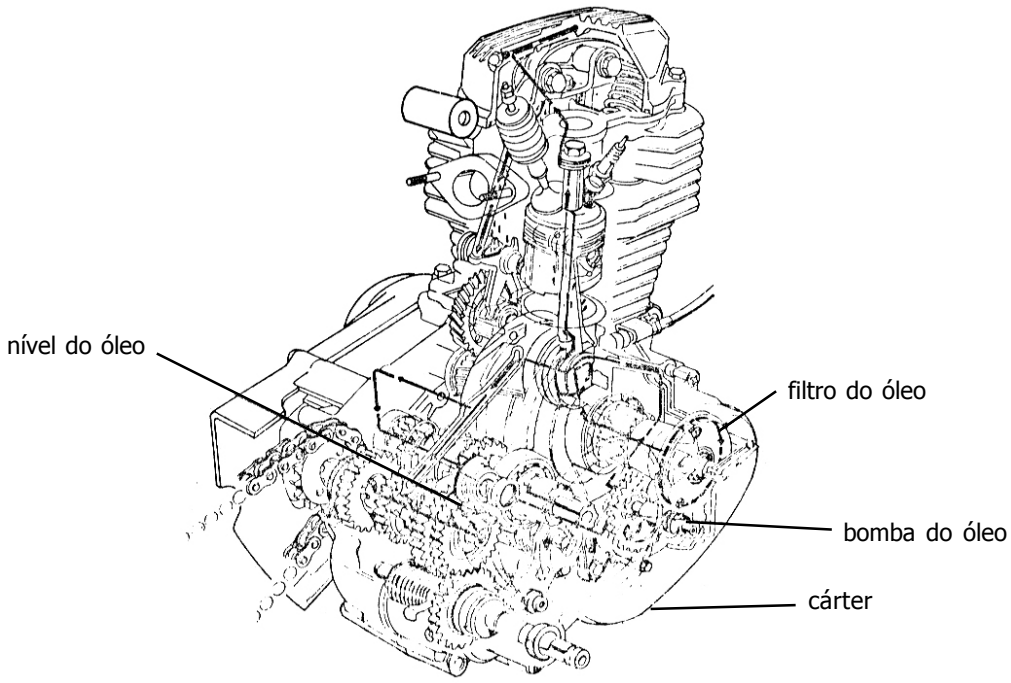


Fig. 12

Constituição do sistema de lubrificação forçada

O mecanismo que compõe o sistema de lubrificação é constituído por bomba de óleo, filtro especial para óleo, recipiente (cárter), nível controlador da quantidade de óleo para a lubrificação do conjunto e diversos canais de lubrificação.

Bomba de óleo

É o mecanismo do sistema que suga o óleo do cárter e o distribui sob pressão aos canais de lubrificação. Existem diversos tipos de bomba óleo, entre os quais destacamos a bomba por êmbolo e a bomba de engrenagens trocoidal. Esta última tem sido a mais empregada pelas diversas vantagens oferecidas em motocicletas. A bomba de engrenagens trocoidal é composta pelos elementos indicados na fig. 13.

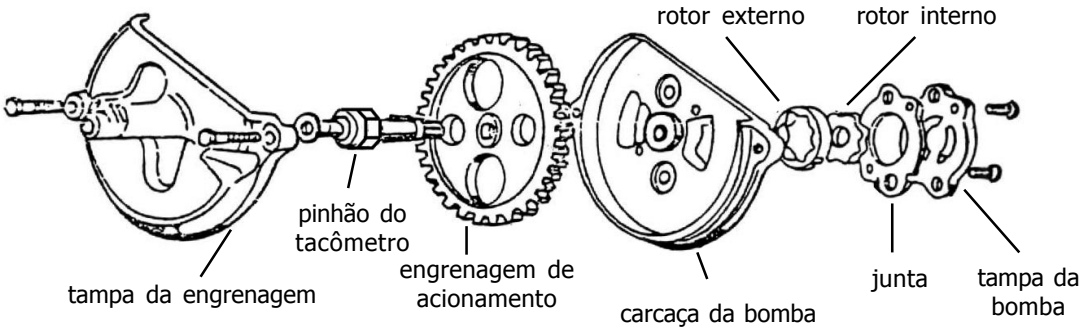


Fig. 13

Filtro de óleo

É o elemento encarregado de reter as impurezas contidas no óleo. Existem diversas formas de filtragem de um líquido. Entretanto, a forma mais usada pela maioria dos fabricantes de motocicletas é a filtragem por centrifugação, a qual consiste em um rotor ligado à árvore de manivelas, girando à mesma velocidade. O óleo que percorre a árvore é direcionado para o rotor e este, através de centrifugação, retém as impurezas e libera o óleo para o cárter. A fig. 14 ilustra um filtro de óleo por centrifugação usado em motocicleta e os seus componentes.

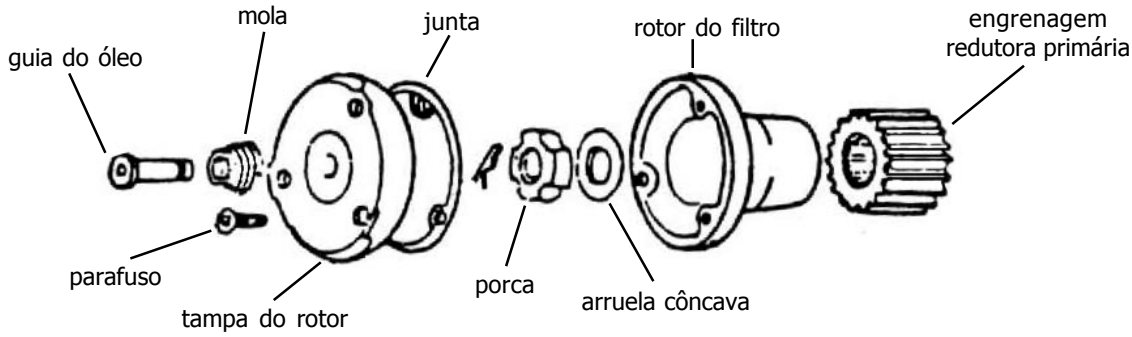


Fig. 14

Lubrificação de motores 2T

Nos motores de dois tempos, o lubrificante é adicionado ao combustível, de maneira geral, na proporção de 20:1 (vinte partes de combustível por uma de óleo).

Quando a mistura formada pelo combustível e lubrificante é admitida no interior do motor, parte do óleo assenta-se nos mancais de rolos, ou de agulhas, da biela e árvore de manivelas; outra parte vai se depositar ou aderir nas paredes do cilindro, tornando, assim, possível o trabalho de lubrificação do motor 2T.

Nos sistemas anteriores, a mistura do óleo com o combustível era feita no próprio tanque da moto. Modernamente, utiliza-se um depósito em separado para o óleo 2T (lubrificante apropriado aos motores 2T) e uma bomba que injeta óleo no coletor de admissão ou diretamente nos pontos de atrito.

Cada fabricante denomina o seu sistema através de marcas registradas, variantes de um mesmo tema, ou seja, mudam os nomes, mas o princípio básico permanece. Podemos citar, por exemplo, Autolube da Yamaha e CCI da Suzuki.

A grande vantagem dos sistemas com bomba é que a proporção entre lubrificante e combustível varia segundo o regime de rotações do motor, propiciando maior economia, melhor queima e índices menores de poluição.

Sistema elétrico

Nesta Seção...

Conceitos fundamentais de eletricidade ◀
Constituição do sistema elétrico ◀

5

Conceitos fundamentais de eletricidade

A história da eletricidade começou na Grécia com o legendário filósofo Tales de Mileto, que viveu entre o fim do século VII e o início do VI antes de Cristo.

Tales de Mileto observou que um pedaço de âmbar, quando friccionado com um tecido de lã, possuía a propriedade de atrair pequenos objetos. Tal fenômeno ficou sem explicação até o ano de 1600 da era cristã. A partir dessa data, muitos pesquisadores passaram a estudar o citado fenômeno, chamado de *eletricidade* por *Sir* William Gilbert em virtude da palavra grega *elektra*, que significa âmbar.

Entre os referidos pesquisadores, destacam-se o alemão Otto Von Guericke, os americanos Thomas Edson e Benjamin Franklin, o italiano Luigi Galvani, o dinamarquês Hans Oesterd, o francês André Ampère e o inglês George Simon Ohm.

Todos contribuíram com importante parcela no descobrimento dos mistérios desse fenômeno.

Em 1830, na Inglaterra, Michael Faraday conseguiu provar que com magnetismo também se poderia gerar eletricidade, desenvolvendo um gerador de energia elétrica (fig. 1), cujo funcionamento se baseava na quebra do campo magnético formado entre dois pólos.

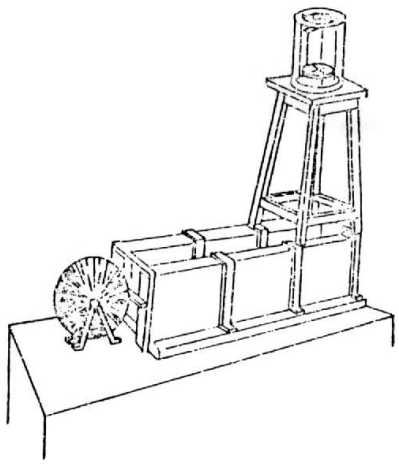


Fig. 1 – Gerador construído por Faraday

A aplicação da eletricidade nas motocicletas veio quase simultaneamente com o seu surgimento. Os primeiros motores do ciclo Otto já dispunham de um sistema magneto que produzia corrente elétrica para o seu funcionamento.

Pesquisas nesse sentido foram então desenvolvidas, resultando no surgimento do motor elétrico, que, aplicado às motocicletas, resolveu o problema das incômodas pedaladas para o funcionamento inicial (partida) dos motores.

Ainda no âmbito das grandes descobertas da eletricidade, o cientista italiano Alexandre Volta, em suas experiências no início do século XIX, constatou que se poderia gerar energia elétrica por meio de reação química. Era o nascimento da pilha, que, aperfeiçoada, resultou nas atuais baterias de acumuladores (fig. 2).

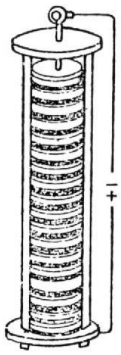


Fig. 2 – Pilha de Volta

Fundamentos da eletricidade

Para estudar os fundamentos da eletricidade, é necessário conhecer, inicialmente, o que é matéria, quais são seus elementos e os aspectos particulares, etc.

Matéria

É tudo aquilo que tem peso e ocupa lugar no espaço. Exemplos: objetos, água, ar, etc. (figs. 3, 4 e 5).

Fig. 3

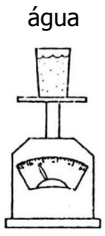


Fig. 4

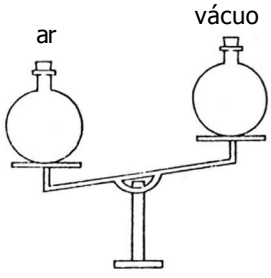


Fig. 5

Elementos

Os elementos formam a matéria, logo as matérias se diferenciam umas das outras, porque são formadas por elementos diferentes.

Exemplo: o hidrogênio e o oxigênio são elementos que formam a água; o sódio e o cloro constituem o sal.

Esses elementos – hidrogênio, oxigênio, sódio e cloro – são formados por um conjunto de partículas chamado *átomo*.

Água

Formada de dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (fig. 6).

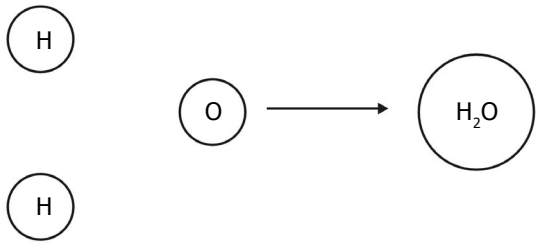


Fig. 6

Sal ou cloreto de sódio

Formado de um átomo de sódio (Na) e um de cloro (Cl) (fig. 7).

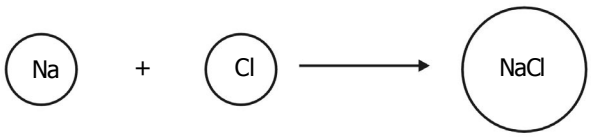


Fig. 7

Átomo

Você viu que as matérias são formadas por elementos, e esses últimos, por átomos. Logo, um elemento dividido continuamente resulta num átomo. Portanto, um átomo é a menor partícula de matéria que mantém ainda características do elemento (fig. 8).

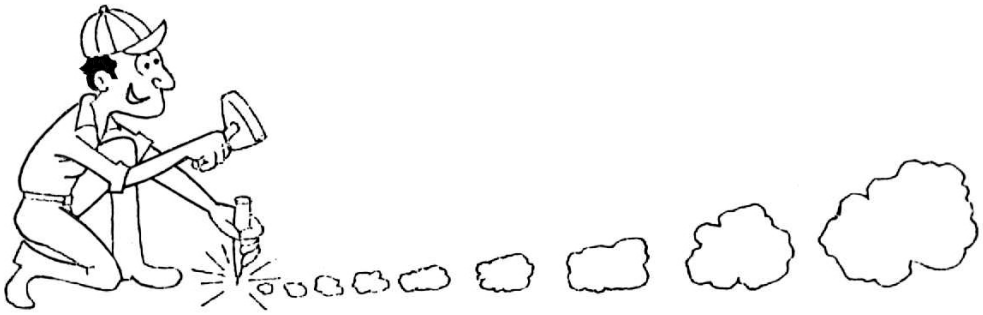


Fig. 8

Dissemos que os átomos são conjuntos de partículas. Dessa forma, podem ser divididos em três partículas: os elétrons, os nêutrons e os prótons. Os elétrons possuem carga elétrica negativa, os nêutrons carga elétrica neutra e os prótons carga elétrica positiva (fig. 9).

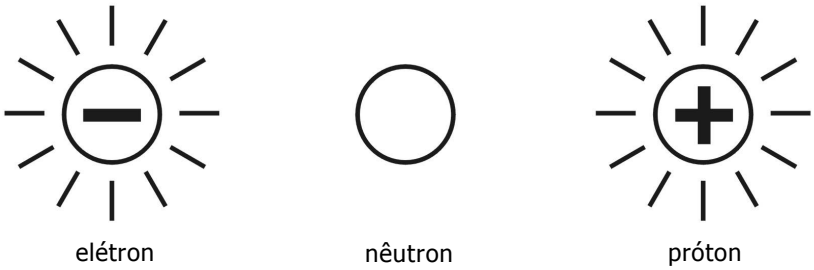


Fig. 9

O átomo possui um núcleo formado pelos prótons e nêutrons, e em torno do núcleo giram os elétrons (fig. 10).

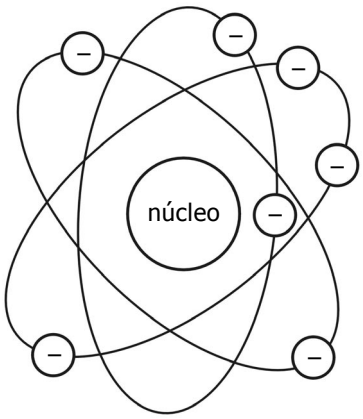


Fig. 10

Para que você tenha idéia do tamanho de um átomo, se fossem colocados um ao lado do outro, cem milhões deles ocupariam um espaço de apenas um centímetro (fig. 11).

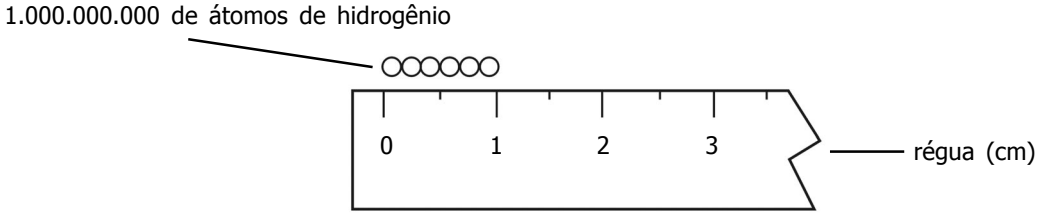


Fig. 11

Cargas elétricas

Quando se combina um elétron com um próton (partículas com cargas elétricas opostas), obtém-se uma carga neutra, isto é, as cargas dos prótons e dos elétrons se anulam entre si.

A fig. 12 representa o átomo do gás hélio. Esse átomo possui um núcleo com dois prótons e dois nêutrons, em torno do qual giram dois elétrons. Por isso, a carga elétrica desse gás é neutra (fig. 12).

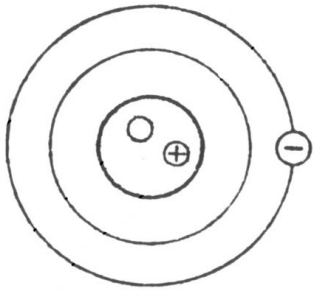


Fig. 12

Um dos princípios fundamentais do estudo da eletricidade é o fato de que as cargas iguais se repelem mutuamente, e as cargas diferentes se atraem.

Exemplo: dois elétrons repelem-se mutuamente, dois prótons repelem-se mutuamente, um próton e um elétron atraem-se mutuamente (fig. 13).

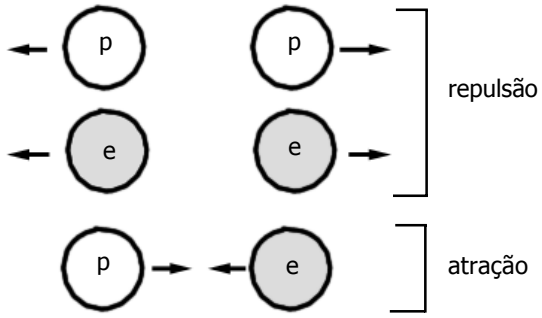


Fig. 13

Condutores elétricos

São materiais cujos elétrons da camada externa dos seus átomos se desprendem com facilidade. Exemplo: cobre e alumínio (fig. 14).

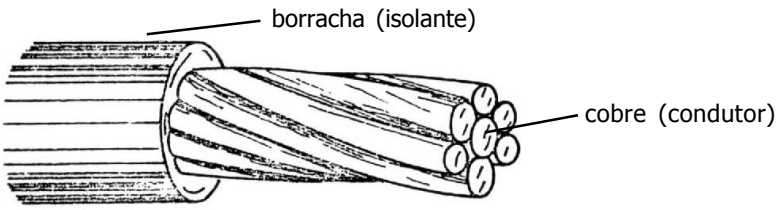


Fig. 14

Isolantes

Ao contrário dos condutores, os isolantes são materiais cujos átomos não soltam facilmente seus elétrons; assim, não conduzem a corrente elétrica. Exemplos: a borracha, o vidro, o papel.

Quando fazemos os elétrons percorrerem um condutor, temos uma corrente elétrica.

A corrente elétrica é, portanto, um fluxo de elétrons através de um condutor.

Unidades de medidas elétricas

Ampere

É a unidade de medida para o fluxo de elétrons. A quantidade desse fluxo é medida com o amperímetro (fig. 15).

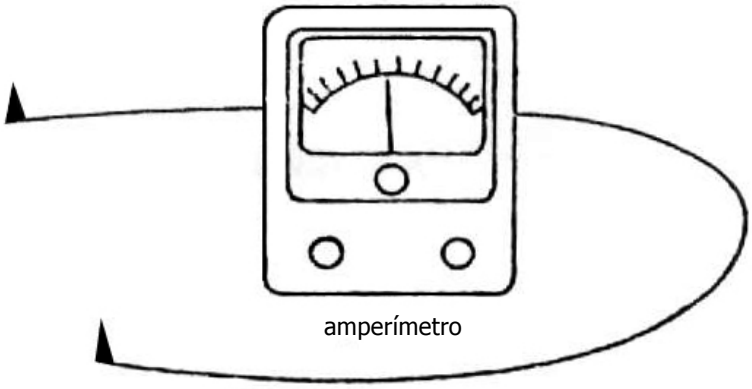
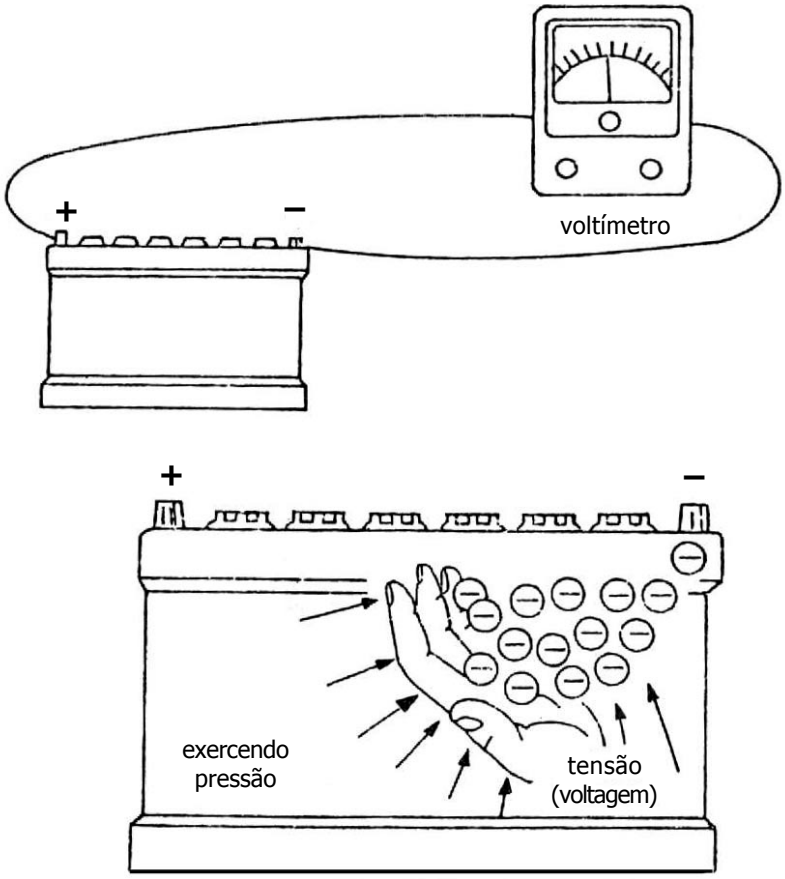


Fig. 15

Os elétrons circulam no condutor em virtude de uma força que os "empurra", chamada pressão elétrica, e sua unidade de medida é o *volt*.

Volt

É a unidade de medida da pressão elétrica. A magnitude dessa pressão bem como a voltagem são medidas com um voltímetro (figs. 16 e 17).



Figs. 16 e 17

A corrente elétrica, ao percorrer o seu caminho, encontra sempre certa dificuldade, chamada resistência elétrica.

A resistência elétrica também tem sua unidade de medida, apresentada a seguir.

Ohm

É a unidade de medida da resistência elétrica. Essa resistência é medida com um ohmímetro (fig. 18).

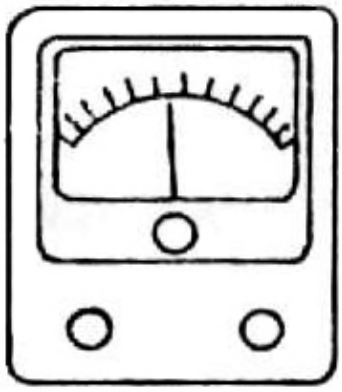


Fig. 18 – Ohmímetro

A resistência elétrica varia de situação para situação. Façamos, então, um melhor estudo dessa grandeza.

Resistência elétrica

A resistência que um material oferece ao fluxo de elétrons, ou seja, uma corrente elétrica, depende dos três fatores indicados a seguir:

Natureza do material

Quanto maior o número de elétrons livres no material, menor a resistência do fluxo da corrente (fig. 19).

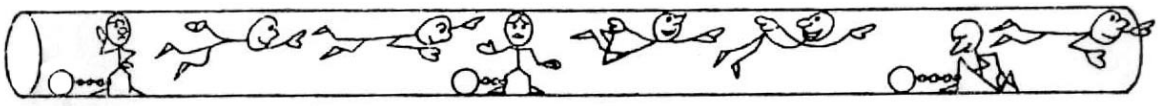


Fig. 19

Comprimento do material

Quanto maior o comprimento do material, maior a resistência ao fluxo de elétrons (fig. 20).

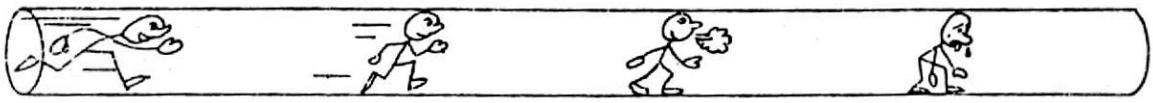


Fig. 20

Diâmetro do fio

Quanto maior o diâmetro do fio (área), menor a resistência ao fluxo de elétrons (movimento dos elétrons). Exemplo: em dois fios do mesmo material e mesmo comprimento, mas com diâmetros diferentes, a resistência ao fluxo é maior no fio de menor diâmetro (fig. 21).

Fig. 21

Observação

Os três fatores acima descritos interferem na dificuldade que o fluxo de elétrons encontra para percorrer seu caminho, a qual se chama circuito elétrico.

A passagem da corrente elétrica pelo circuito depende da voltagem. Quanto maior a voltagem, maior a quantidade de amperes que percorre o circuito.

Temperatura do condutor

A temperatura do condutor também pode afetar a resistência à corrente elétrica. Geralmente, os metais oferecem maior resistência, quando a temperatura é mais alta (fig. 22).

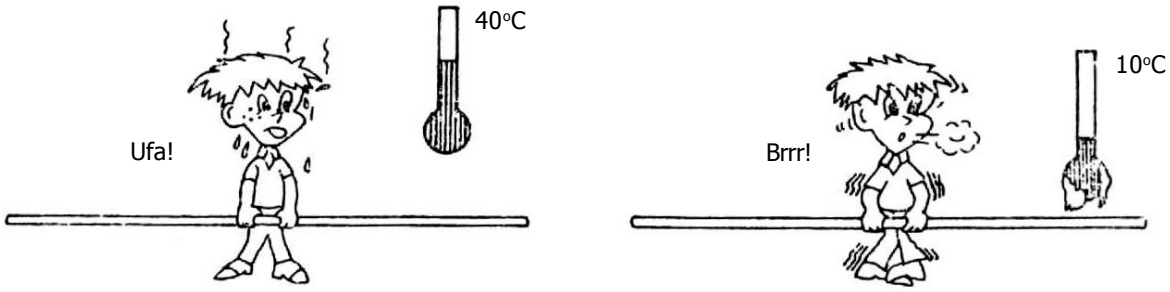
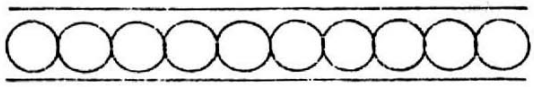


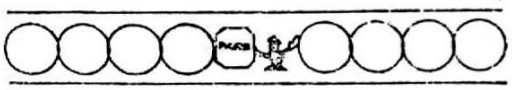
Fig. 22

A idéia de resistência pode também ser explicada por meio de tubos e bolas. As figs. 23, 24, 25 e 26 representam, cada qual, um fator que determina a resistência de um condutor. Imagine o tubo sendo o condutor e as bolas os elétrons. Em todos os casos, você pode notar a dificuldade dos elétrons em completar sua trajetória.



comprimento

Fig. 23

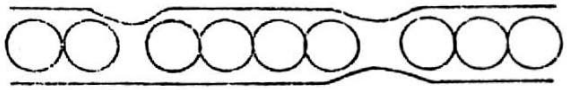


material

Fig. 24

temperatura

Fig. 25



diâmetro

Fig. 26

Movimento dos elétrons no condutor

Os elétrons já existem ao longo dos condutores. Quando um elétron é introduzido num extremo de um condutor, imediatamente um outro elétron tende a sair desse condutor no outro extremo. Daí a grande velocidade da corrente elétrica.

Assim, ao introduzir uma bola por um dos lados desse tubo, uma outra sai pelo lado oposto, praticamente no mesmo instante (fig. 27).

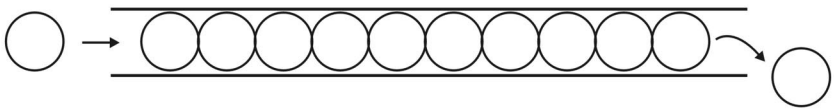


Fig. 27 – Movimento dos elétrons através do condutor

Sentido da corrente elétrica

A fig. 28 mostra um circuito onde a corrente sai do terminal negativo da bateria, atravessa a lâmpada, o rádio e volta para o terminal positivo.

Assim, estabelecemos que a corrente elétrica sai do negativo da bateria e vai para o positivo.

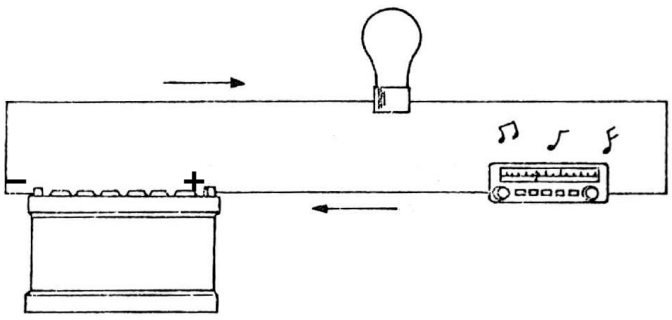


Fig. 28

Observação

Em eletrotécnica, convenciona-se que a corrente sai do positivo e vai para o negativo.

Magnetismo

Polaridade

Assim como a agulha de uma bússola, os ímãs também possuem dois pólos: Norte e Sul (fig. 29).

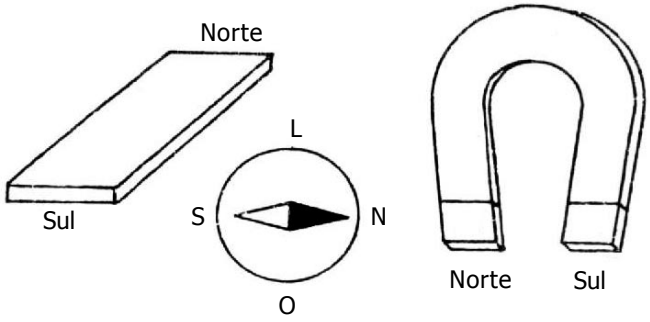


Fig. 29

Pólos são as extremidades dos ímãs onde a força de atração é maior do que em outra parte desse ímã.

Por convenção, estabelecemos que essa força é causada por linhas de força que circulam no ímã de um pólo a outro.

Também no magnetismo, cargas iguais repelem-se e cargas contrárias atraem-se. Assim, os pólos iguais repelem-se e, conseqüentemente, os pólos diferentes atraem-se (fig. 30).

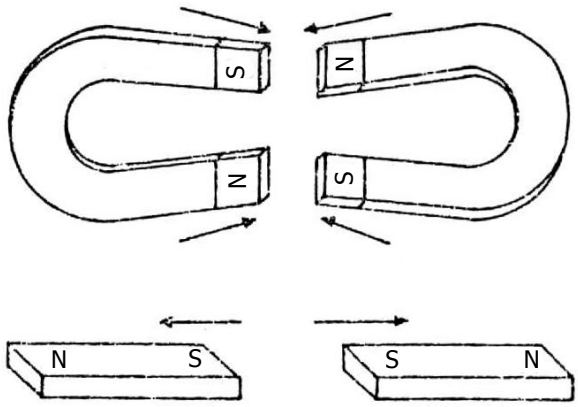


Fig. 30

Magnetismo

Em eletricidade, não se pode ver como se processa a maioria dos fenômenos nem mesmo através de uma lente de aumento. Pode-se, apenas, observá-los através de aparelhos. É impossível ver os elétrons que correm através de um condutor; porém, com ajuda de um amperímetro, pode-se medir o fluxo da corrente.

No magnetismo, acontece praticamente a mesma coisa. As linhas de força magnética percorrem o circuito magnético da mesma forma que a corrente no circuito elétrico. Isso pode ser observado espalhando limalhas de ferro em volta de um ímã (fig. 31).

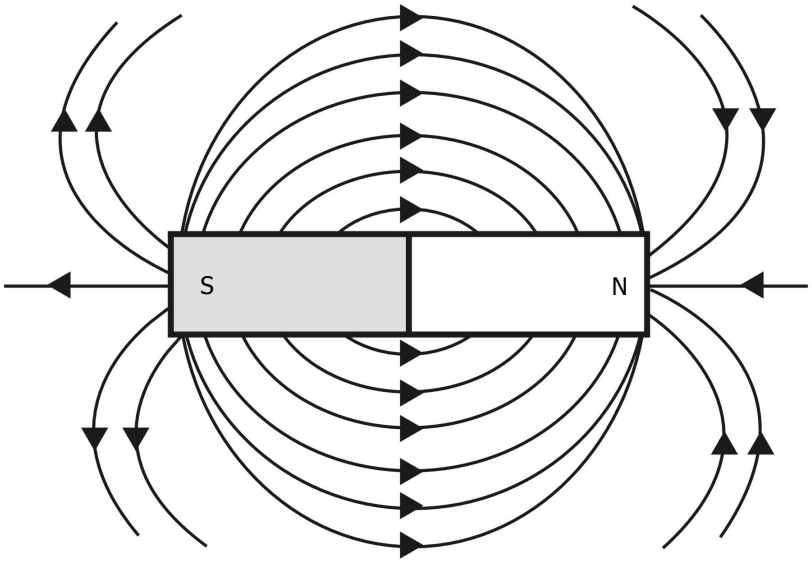


Fig. 31

Por convenção, estabelecemos que as linhas de força saem do pólo Norte e se dirigem ao pólo Sul, na parte externa do ímã. Na parte interna, ocorre o contrário, isto é, elas se dirigem do pólo Sul para o pólo Norte. O conjunto de linhas de força em torno do ímã chama-se campo magnético, e o conjunto de linhas de força que passam no interior do ímã denomina-se fluxo magnético.

Eletromagnetismo

É o magnetismo produzido pela corrente elétrica.

A intensidade do campo magnético pode ser aumentada em três formas, conforme apresentado a seguir.

Podem-se formar enrolamento ou bobinas com o fio condutor, isto é, aumentar o número de espirais do fio enrolado (fig. 32).

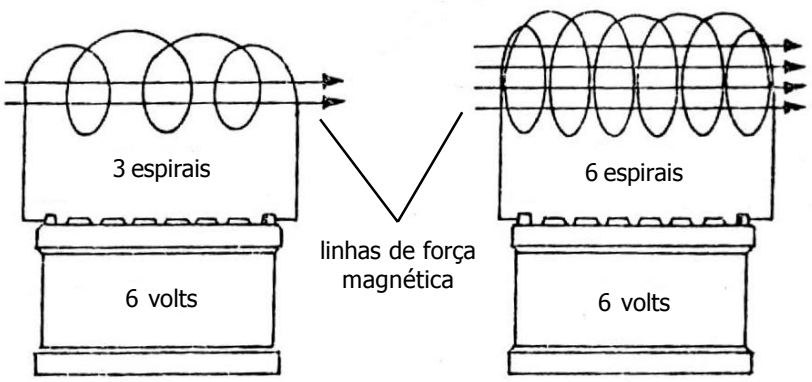


Fig. 32

Isso pode ser feito aumentando a corrente que atravessa essas bobinas (fig. 33).

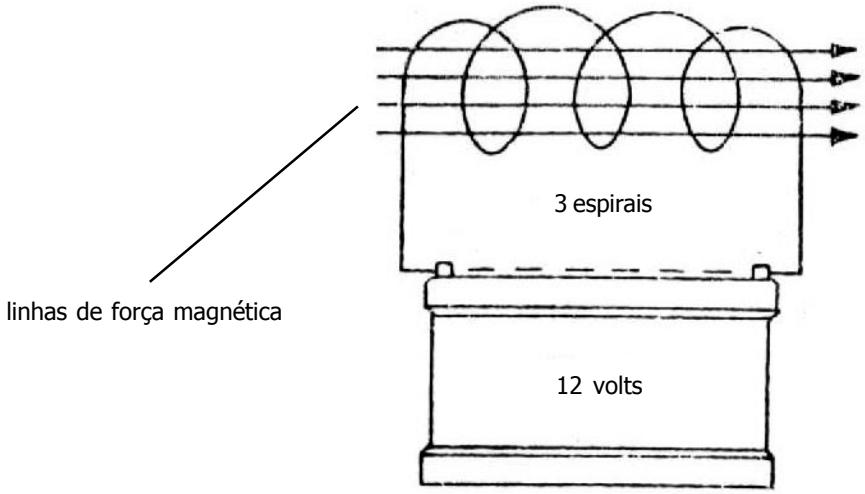


Fig. 33

Também colocando um núcleo de ferro no interior da bobina, o fluxo magnético é aumentado milhares de vezes (aproximadamente dez mil vezes).

Resumindo:

a) aumentando o número de espirais, o fluxo magnético aumenta na proporção do número de espirais;

b) aumentando a corrente, o fluxo magnético aumenta na proporção da quantidade de amperes;

c) com um núcleo de ferro no interior da bobina, o efeito é muito maior, pois o ferro aumenta milhares de vezes o fluxo magnético.

Sentido das linhas de força no condutor

Usando a "regra da mão esquerda", pode-se determinar o sentido em que correm as linhas de força magnética em volta de um fio condutor de eletricidade. Para tanto, segura-se o fio condutor com os dedos da mão esquerda, de modo que o polegar fique apontado para o sentido da corrente elétrica, isto é, do negativo para o positivo (fig. 34). Os dedos que segurarem o condutor irão indicar o sentido em que as linhas magnéticas correm à sua volta.

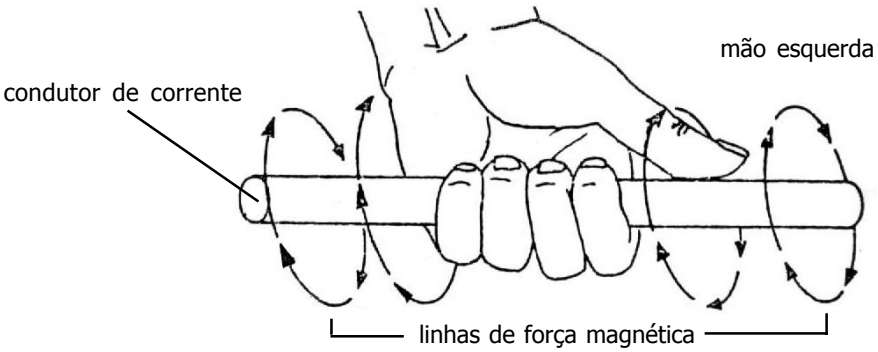


Fig. 34

Observação

No exemplo da fig. 27, as linhas magnéticas correm no sentido dos ponteiros do relógio.

Sentido do fluxo nos eletroímãs

Usando a regra da mão esquerda e considerando o sentido real da corrente (sentido eletrônico), podem-se determinar os pólos Norte e Sul dos eletroímãs.

Exemplo: os dedos da mão acompanham o sentido da corrente, e o polegar indica o pólo Norte.

Essa regra é importantíssima para determinar os pólos dos geradores e motores elétricos em geral.

Sistema elétrico da motocicleta

Nesta Seção...

Constituição do sistema elétrico da motocicleta

Sistema de iluminação

Constituição do sistema de carga

Bateria de acumuladores

Constituição do sistema de ignição

Funcionamento do sistema de ignição

Processos de manutenção, recondicionamento, regulagem e testes

Constituição do sistema de arranque

6

Constituição do sistema elétrico da motocicleta

Este sistema contém os dispositivos e instrumentos elétricos encarregados de controlar e conduzir a energia elétrica nos diversos pontos onde se encontra na motocicleta.

Cada modelo de motocicleta tem características próprias no que diz respeito à quantidade ou a localização destes instrumentos elétricos. Existem alguns básicos e de uso obrigatório em todos os veículos. O sistema elétrico compõe-se basicamente de chicote, sistema de iluminação, sistema de indicadores de direção e buzina, conforme descrito a seguir.

Chicote

É o conjunto de fios e cabos por onde passa a corrente elétrica necessária para abastecer os diversos sistemas consumidores ou geradores de energia. São fios com grossuras preestabelecidas pelo fabricante, para suportar a intensidade da corrente (fig. 1).

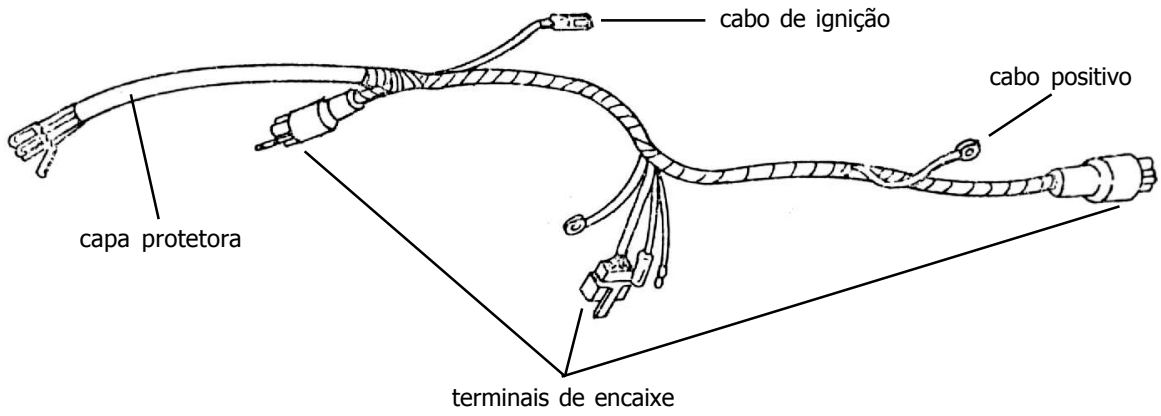


Fig. 1

Sistema de iluminação

Composto pelos faróis dianteiros e traseiros, sendo a sua função iluminar o caminho por onde o condutor deseja passar, possibilitando, ainda, a identificação da motocicleta vista por trás.

Funcionamento da luz do freio

Quando se acionam o pedal de freio ou manete do freio dianteiro, um interruptor acoplado a eles mesmos também é acionado, permitindo a passagem da corrente elétrica e acendendo a lâmpada indicadora no momento da frenagem.

Os filamentos do freio e do farolete localizam-se dentro de uma mesma lâmpada com funcionamento independente. Esse tipo de lâmpada é chamado de dois pólos e possui o filamento destinado à luz do freio com resistência maior, ou seja, quando é ligada, emite uma luz de maior intensidade que a do farolete. É assim constituída, para que, no momento em que o farolete estiver ligado e houver a necessidade de usar o freio, a sua luz seja mais forte, contribuindo para a segurança do motociclista.

Sistema de indicadores de direção

Tal sistema é também chamado de pisca-pisca e objetiva indicar a direção desejada pelo condutor através de um sinal luminoso. Seu funcionamento dá-se através de um relé eletromagnético que interrompe, momentaneamente, a corrente elétrica, fazendo as lâmpadas piscarem.

Um interruptor, comandado pelo condutor, liga e desliga a energia elétrica necessária ao seu funcionamento. Geralmente, as motocicletas são dotadas de quatro sinaleiras: duas na parte dianteira e traseira do lado esquerdo; duas outras na parte dianteira e traseira do lado direito. Seu funcionamento é igual em todas as sinaleiras.

No entanto, ao acionar a chave de ligação para a direção desejada, as duas sinaleiras desse lado passam a piscar simultaneamente, indicando que a motocicleta irá mudar de direção. A fig. 36 ilustra uma das referidas sinaleiras e os seus componentes (fig. 2).

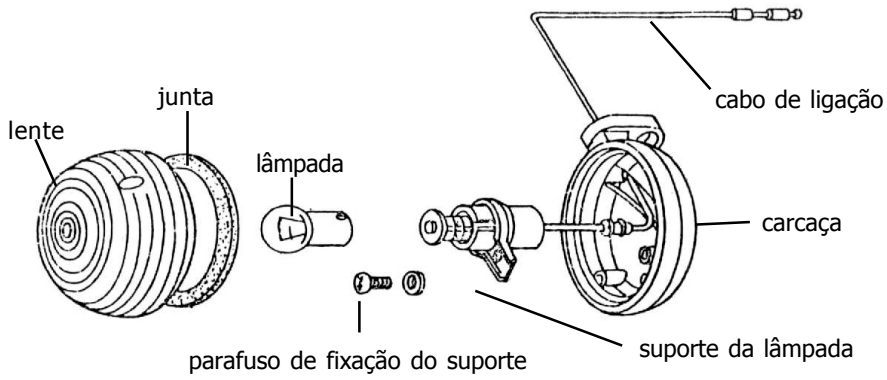


Fig. 2

As sinaleiras podem mudar de modelo conforme a preferência do fabricante, mas seu funcionamento é comum em todas elas.

O farol dianteiro é composto por luz alta, luz baixa (lâmpada), carcaça do farol e interruptor do farol, aro, lente, suporte da lâmpada e refletor.

As luzes alta e baixa são filamentos elétricos montados no interior de uma lâmpada e posicionados de modo que, ao serem ligados, emitam o facho de luz em direções diferentes.

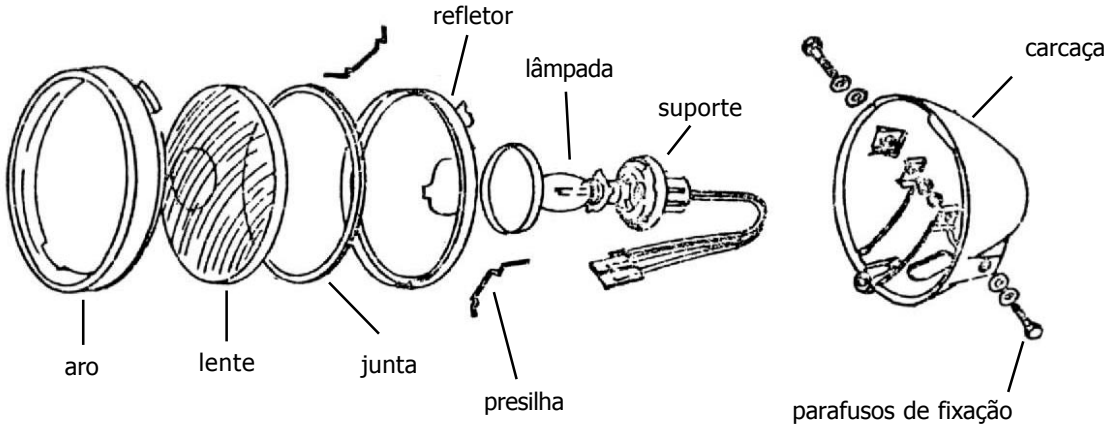


Fig. 3

A carcaça do farol tem formato cônico e é espalhada no seu interior, a fim de multiplicar o facho de luz emitido pela lâmpada do farol.

A função do interruptor é a de ligar ou desligar o farol de acordo com o desejo do condutor e, ainda, mudar o farol de luz alta para baixa ou de baixa para alta. O farol também proporciona boa visibilidade ao condutor, se a sua regulagem se encontra dentro dos padrões técnicos. Para conseguir regulagem adequada, há necessidade de deslocar o farol para cima ou para baixo.

O farol traseiro, também chamado de farolete, é usado para iluminar a placa de identificação, servindo como sinal luminoso da motocicleta. Ao farolete está acoplada a luz do freio, que tem a finalidade de indicar o momento em que a motocicleta vai parar ou está parada. É composto por carcaça, lâmpada, cabo de ligação e lente (fig. 4).

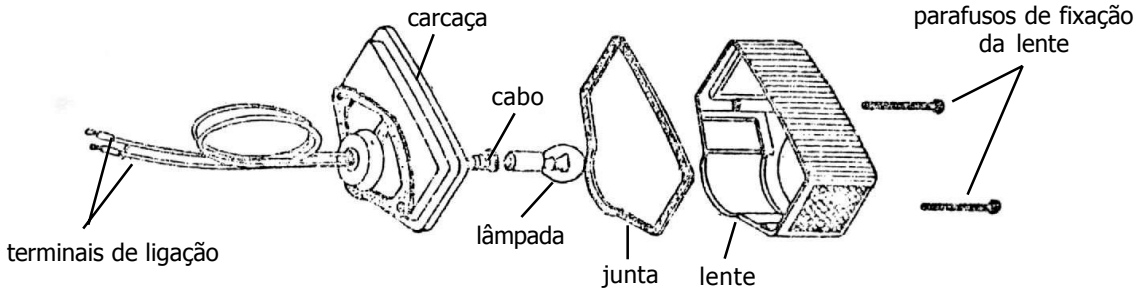


Fig. 4

Buzina

É o elemento com funcionamento eletromagnético que emite sinal sonoro para diversos fins. Existem diversos tipos de buzina, mas o seu funcionamento é idêntico.

Funciona através de diafragmas, impulsionados por elétrons que vibram em uma câmara fechada e a intensidade do som depende do tamanho dela e da quantidade de espirais no enrolamento do eletroímã. A fig. 5 ilustra um tipo de buzina magnética comumente utilizado em motocicletas.

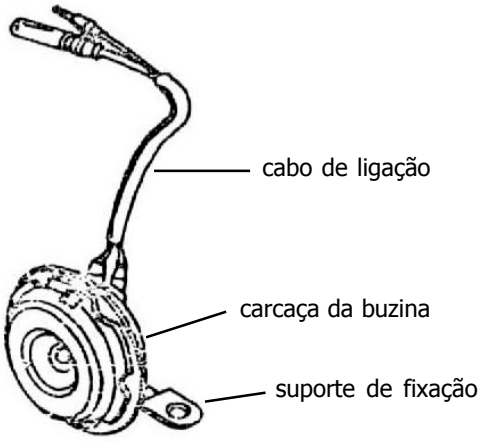


Fig. 5

Recomendações importantes nas reparações do sistema elétrico

A manutenção do sistema elétrico pode ser simples, mas, ao mesmo tempo, também muito complicada, dependendo do estado de conservação da motocicleta e dos cuidados que o proprietário tenha com este sistema. O chicote deve estar sempre bem protegido contra a umidade e suas pontas bem conectadas, para evitar curto-circuito provocado por mau contato.

A bateria deve encontrar-se sempre bem fixada no seu alojamento, devendo ser mantida sempre limpa, pois a sujeira provoca o descarregamento.

Os seus cabos devem ser bem conectados e lubrificados com material que evite sulfatização.

As lanternas e os faróis devem estar firmemente fixados, evitando o mau contato e a constante queima das lâmpadas.

A manutenção do sistema deve ser feita sempre por pessoa capacitada, para evitar a queima de alguns componentes que, se forem ligados indevidamente, podem provocar sérios danos à instalação.

A seguir, encontram-se relacionados os passos básicos para a verificação do sistema elétrico (fig. 6).

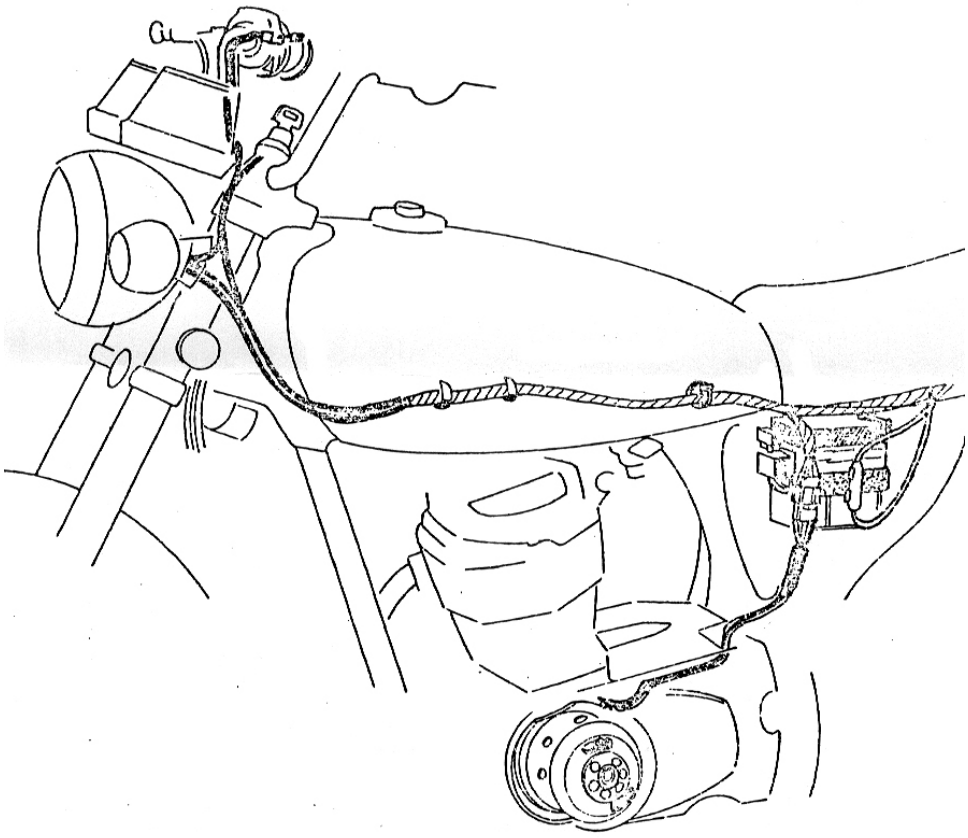


Fig. 6

Verificação do sistema elétrico

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave soquete, chave Phillips, chave de fenda, aparelhos para teste, elementos de limpeza, motocicleta completa
2	Inspecione o sistema elétrico.	
3	Inspecione o sistema de carga.	
4	Inspecione o painel de instrumentos.	
5	Teste o funcionamento do painel de instrumentos.	
6	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Constituição do sistema de carga

Este sistema é responsável pela produção da energia elétrica que alimenta os diversos circuitos do sistema elétrico ou restitui a carga da bateria.

É composto por bateria, alternador, retificador de corrente e cabos de ligação, estudados logo a seguir.

Bateria

É a unidade básica do sistema de carga das motocicletas modernas, por ser o elemento que armazena energia elétrica através de um processo químico. Pode ser de 12V ou de 6V (fig. 1).

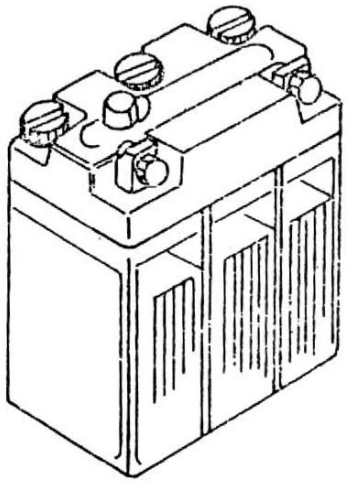


Fig. 7 – Bateria

Alternador

As motocicletas modernas usam o alternador, o qual apresenta uma série de vantagens em relação aos outros geradores de corrente, tais como: a tensão produzida é estável em todas as rotações do alternador; mantém a bateria sob carga até mesmo em marcha lenta; produz menor esforço de giro do motor, para acionar o alternador.

Tipos de alternador

Em motocicleta, são utilizados basicamente dois tipos: de estator interno e de média tensão de produção; de estator externo e de alta produção de corrente.

Alternador de estator externo

Usado geralmente em motocicletas de médio ou pequeno porte, e com demanda limitada de consumo de energia elétrica. É formado por estator, rotor magnético, retificador de corrente e cabos de ligação. A fig. 8 ilustra um diagrama esquemático de um alternador de estator fixo de uso comum em motocicletas.

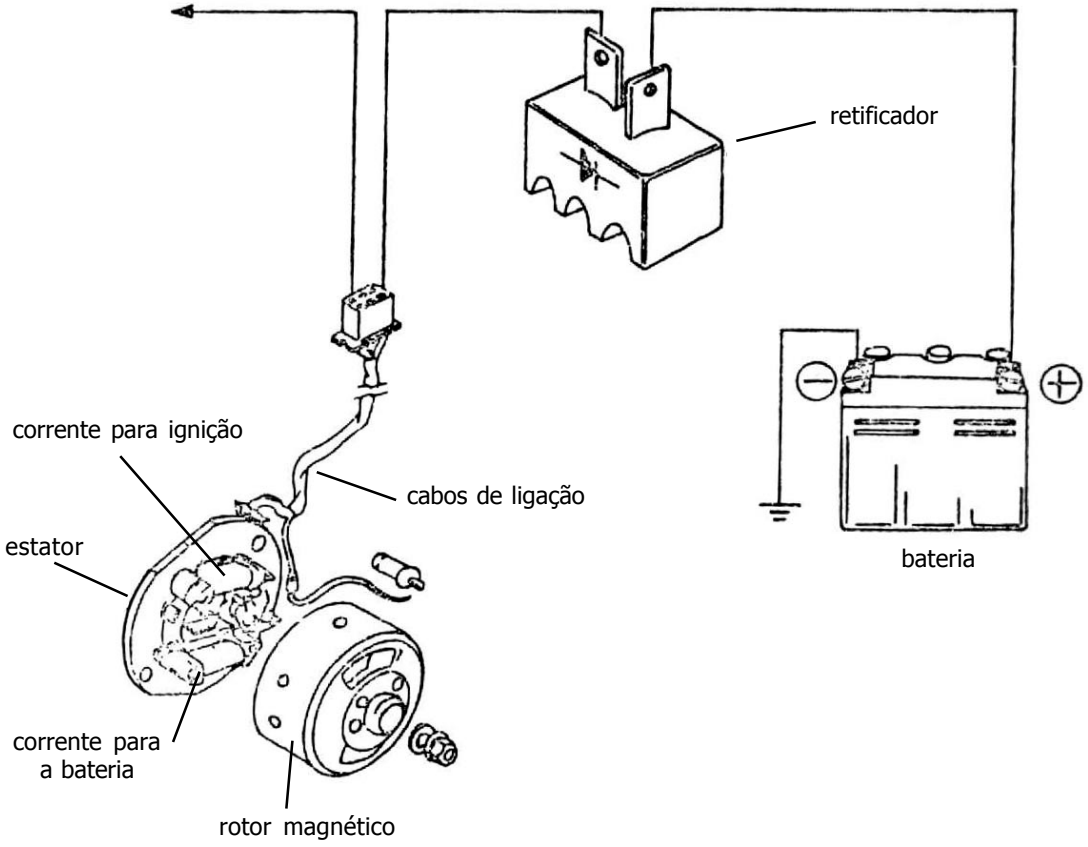


Fig. 8

O estator usado nesse tipo de alternador é formado por duas bobinas distintas. Uma alimenta o sistema de ignição e a outra a bateria. O rotor magnético gira externamente, em torno dessas bobinas, produzindo uma corrente alternada. O retificador transforma a corrente produzida em corrente contínua para o consumo da motocicleta.

Retificadores

Os alternadores produzem corrente alternada, e a corrente usada nas motocicletas é contínua. Para transformar esta corrente, usam-se os retificadores. Os retificadores de selênio, comuns nas motocicletas, apresentam sempre alguma resistência à passagem de corrente no sentido direto e permitem que uma corrente muito fria retorne no sentido inverso. Tais desvantagens não são suficientes para justificar o baixo custo do referido material, causa alguns problemas (fig. 9).

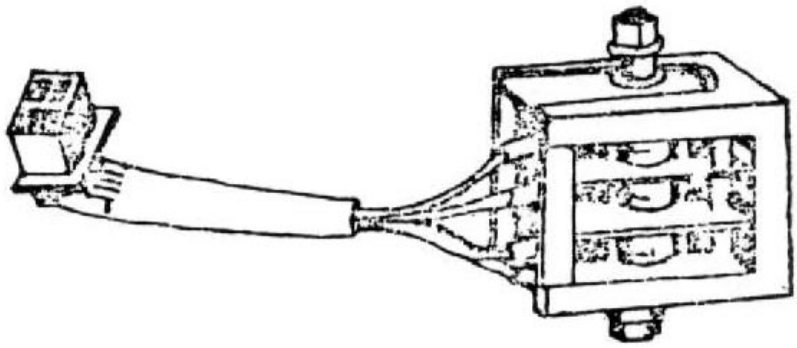


Fig. 9

As motocicletas mais modernas usam em seus alternadores, para retificar a corrente, diodos de silício, que apresentam bons resultados, pois o retorno de corrente é mínimo (fig. 10).

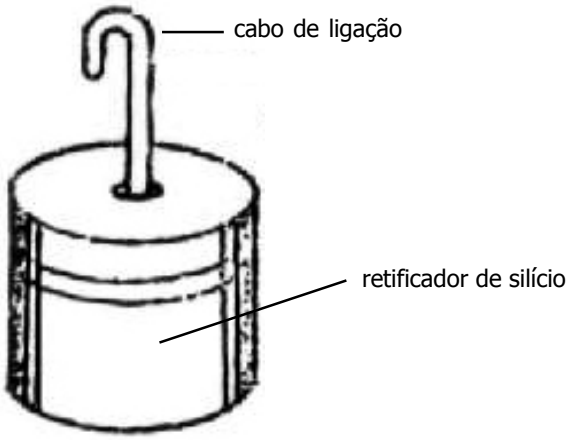


Fig. 10

Alternador de estator interno

Comumente, esse alternador é utilizado em motocicletas de grande porte, composto por estator, rotor, retificador, limitador de corrente e cabos de ligação. A fig. 11 ilustra um diagrama esquemático desse tipo de alternador.

O que faz diferir esse alternador em relação ao anterior é o fato de o rotor girar dentro do estator, o último produzindo maior intensidade de corrente devido às suas próprias características de construção. Toda corrente produzida pelo alternador é, então, distribuída à bateria e ao circuito da motocicleta por um limitador de corrente que controla a corrente produzida pelo alternador, evitando sobrecargas perigosas à bateria e demais componentes elétricos.

Algumas motocicletas antigas utilizam um sistema de gerador de corrente contínua semelhante aos dínamos dos automóveis; outras, um sistema tipo magneto que alimenta todo o circuito elétrico, quando a motocicleta está em movimento.

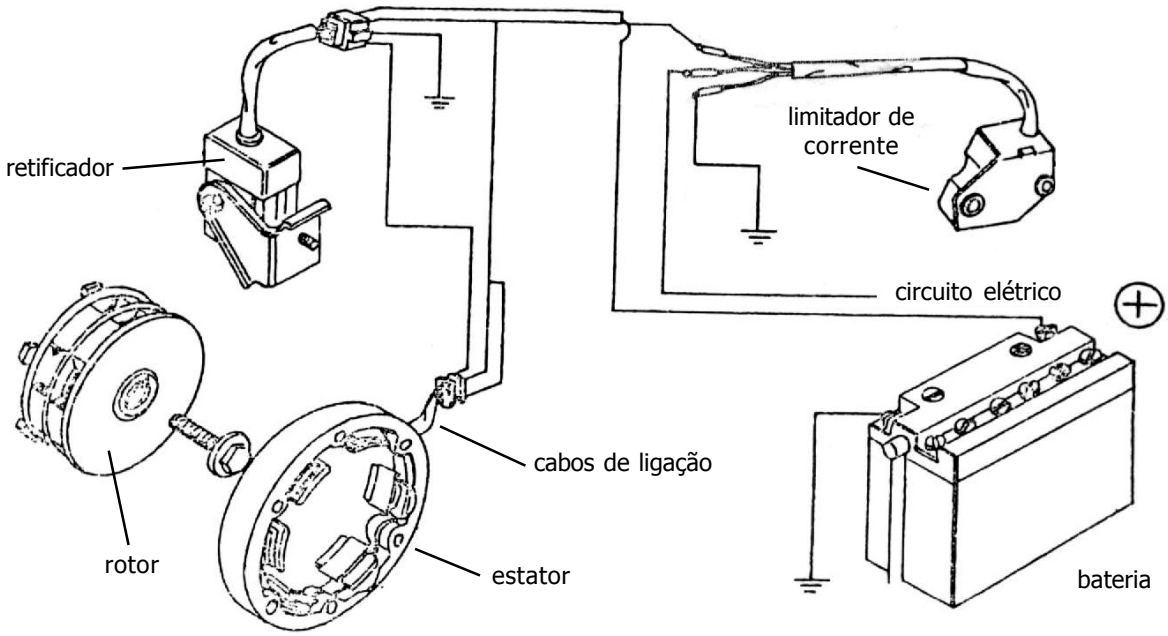


Fig. 11

Ambos os sistemas são considerados ultrapassados, por não produzirem corrente elétrica suficiente para alimentar os diversos circuitos elétricos existentes nas motocicletas modernas.

Recomendações importantes à manutenção do sistema de carga

O sistema de carga é de grande durabilidade, mas requer alguns cuidados para o seu bom funcionamento. A bateria deve ficar sempre limpa, com seus bornes bem conectados, pois isso evita a perda de carga. O alternador e o gerador devem manter-se limpos, o que assegura boa produção de energia. Ao desmontá-lo, a inspeção deve ser feita com instrumentos, trocando as peças com defeitos. Após a montagem, os regimes de carga devem ser controlados com instrumentos, para assegurar a boa produção de energia elétrica.

Bateria de acumuladores

É o conjunto de acumuladores que transforma a energia química em energia elétrica, necessária tanto para o motor funcionar, quanto para alimentar os diferentes circuitos elétricos.

A bateria usada nas motocicletas é um acumulador de ácido e chumbo. As placas positivas e negativas são unidades básicas que consistem em materiais ativos especiais, encerradas num molde de grade de antimônio e chumbo.

As placas carregadas negativamente contêm chumbo esponjoso (Pb) de coloração acinzentada. As placas carregadas positivamente contêm peróxido de chumbo (PbO_2) de coloração marrom.

Cada placa está entrelaçada por um grupo de outras placas, havendo entre elas um separador sintético que as isola entre si. A união destas placas forma um elemento.

Cada elemento é montado separadamente em uma caixa blindada e mergulhado em uma solução química, denominada eletrólito, cuja composição é aproximadamente de 39% de ácido sulfúrico e 61% de água destilada. A reação química no elemento produz uma tensão elétrica de 2 volts por unidade, e o número de elementos de uma bateria, interligado entre si, forma a voltagem total dela. A fig. 12 ilustra uma típica bateria de 6 volts (três elementos), normalmente utilizada em motocicleta, e os seus componentes.

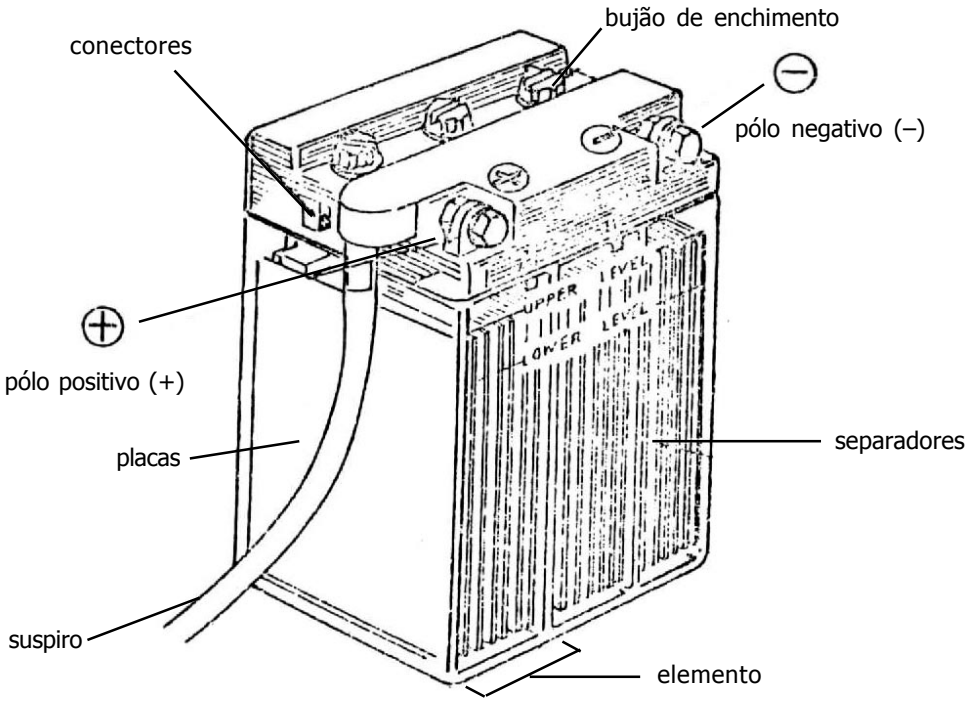


Fig. 12

Capacidade da bateria

É a carga total que ela é capaz de fornecer, até se descarregar.

Essa capacidade depende da quantidade e tamanho das placas usadas por cada um dos seus elementos, bem como da quantidade do ácido sulfúrico contido no eletrólito.

A unidade de grandeza elétrica que expressa sua capacidade é o ampere/hora (Ah). Assim, uma bateria de 45Ah é capaz de fornecer uma corrrente elétrica de 45 amperes durante uma hora ou de 90 amperes durante meia hora. Desta forma, podemos deduzir que o tempo de utilização de uma bateria depende da intensidade da corrente elétrica fornecida.

Funcionamento da bateria

O processo de transformação da energia química em eletricidade na bateria ocorre, quando se promove um consumo de energia elétrica em um dos circuitos elétricos da motocicleta, ou quando a bateria está sendo carregada. No processo de descarga, as placas de chumbo e peróxido de chumbo transformam-se em sulfato de chumbo no momento em que o ácido sulfúrico passa a se combinar com elas, promovendo um fluxo de corrente elétrica entre os pólos positivo e negativo. No processo de carga, são repostos os elétrons negativos às placas negativas, retornando-as ao seu estado anterior, ou seja, chumbo e peróxido de chumbo.

Teste de carga da bateria

Sabemos que a intensidade de carga fornecida pela bateria depende, também, da quantidade de ácido sulfúrico contido no eletrólito. A variação entre o percentual de ácido sulfúrico e a água destilada contida no eletrólito caracteriza o seu peso específico (densidade). Como há uma relação entre a densidade ou peso do eletrólito e a carga da bateria, podemos avaliar sua carga utilizando um instrumento denominado densímetro. A fig. 13 ilustra um densímetro comumente utilizado em oficina e os seus componentes.

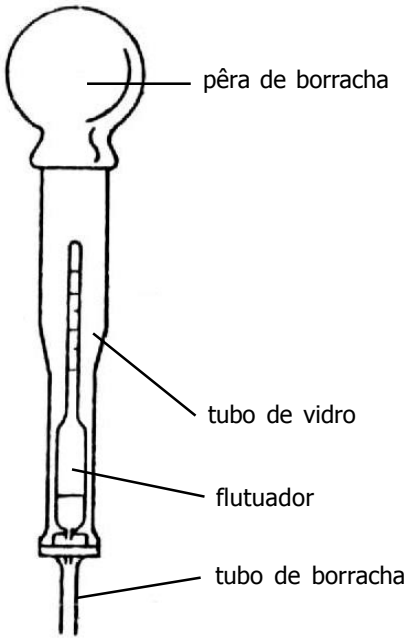


Fig. 13

O densímetro permite medir diretamente a densidade ou peso específico do eletrólito. Para isso, suga-se determinada quantidade da solução de um dos elementos, o que faz flutuar o elemento interno do densímetro (flutuador), subindo-o de acordo com a quantidade de ácido sulfúrico existente no eletrólito.

O flutuador do densímetro é dotado de uma escala graduada que permite avaliar o estado de carga da bateria através da seguinte tabela:

Densidade	Estado da carga
1.265-1.290	carga completa
1.235-1.260	três quartos da carga
1.205-1.230	metade da carga
1.170-1.200	um quarto da carga
1.140-1.165	apenas utilizável
1.110-1.135	completamente descarregada

Uma outra forma de verificar o estado da carga de uma bateria é através do voltímetro. Ligando os terminais positivo e negativo do voltímetro nos pólos positivo e negativo da bateria, pode-se verificar, através da escala desse voltímetro, a voltagem atual da bateria. Assim, valor inferior aos valores específicos da bateria indica que ela está descarregada.

Carregadores de bateria

Existe uma variedade de carregadores que proporcionam a intensidade e a voltagem necessárias para recuperar a carga da bateria. A maioria é constituída de transformadores que ligam a rede de iluminação, possuindo seletores que permitem regular a intensidade e a voltagem, além de terminais sinalizados para ligá-los aos bornes correspondentes, a fim de não inverter o sentido da carga.

Tipos de carregador

Os carregadores de baterias distinguem-se, de acordo com o uso, nos apresentados a seguir.

Carregadores para carga lenta

São fabricados para carregar de uma a doze baterias que se ligam em série, proporcionando intensidade de carga de um a seis amperes.

Carregadores para carga rápida

São capazes de fornecer intensidade de corrente de carga de até 120 amperes, sendo utilizados para dar a carga de reforço e emergência, pois cumprem seu trabalho aproximadamente em uma ou duas horas.

Carregadores analisadores de baterias

São carregadores rápidos que levam incorporados elementos de controle do estado da carga, capazes de medir a queda de tensão, total ou por vaso, sob descarga. Possuem seletores que permitem utilizar um mesmo instrumento, como voltímetro ou amperímetro, em diferentes escalas, para medidas diretas. Apresentam, ainda, terminais de testes e bulbo protetor, para evitar temperaturas superiores a 50ºC durante as cargas rápidas.

Carregadores para carga rápida da bateria reforçador para a partida

Como seu nome indica, podem carregar baterias em altos regimes e, se necessário, dar a partida no motor do veículo, fornecendo a energia suficiente ao motor de partida, sem descarregar a bateria.

A fig. 14 ilustra um tipo de carregador comumente utilizado em oficina de motocicleta.

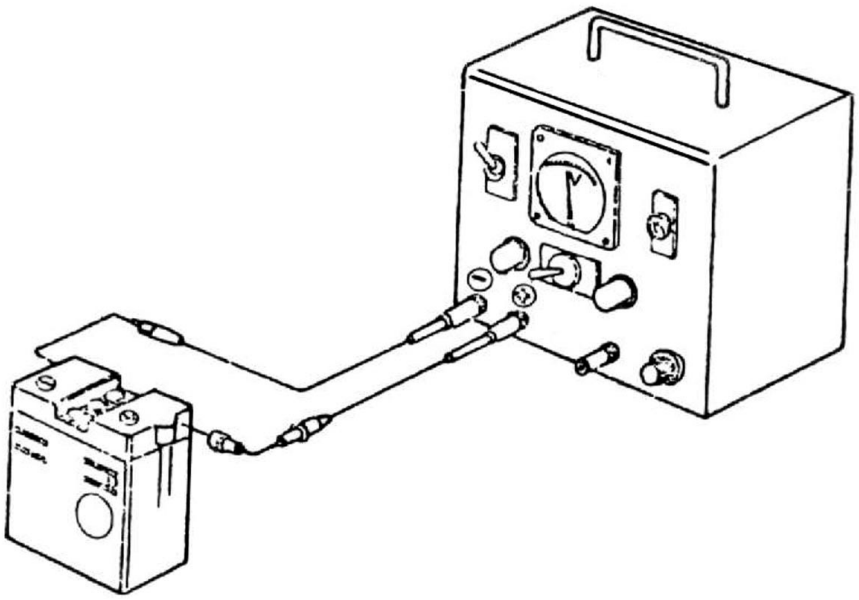


Fig. 14

Recomendações importantes para a manutenção da bateria

Para que a vida útil da bateria seja prolongada, é necessário eliminar a oxidação dos terminais e bornes, controlar o nível do eletrólito e realizar inspeção visual nos elementos, que permite obter melhor serviço, evitando perdas de energia elétrica.

A bateria deve permanecer limpa e seca exteriormente, para evitar perdas de corrente elétrica.

Essa limpeza deve ser feita com amoníaco ou solução de bicarbonato de sódio e água. Tais substâncias têm a propriedade de neutralizar os efeitos químicos do ácido sobre a caixa da bateria. Porém, deve-se tomar cuidado para que esses agentes neutralizadores não penetrem em seu interior, a fim de não danificar a bateria.

Os orifícios das tampas dos vasos devem manter-se desobstruídos, para permitir a saída dos gases exalados pela bateria durante seu funcionamento.

Os bornes e terminais devem ser mantidos limpos e bem apertados, para não criar resistência à passagem elétrica, bem como untados com vaselina, a fim de evitar a sulfatação.

O ácido sulfúrico do eletrólito é altamente corrosivo, danifica a roupa e produz queimaduras na pele. Por tal motivo, deve-se ter especial cuidado, ao trabalhar com a bateria.

Ainda no que diz respeito à manutenção da bateria de acumuladores, é importante adotar os passos indicados a seguir.

Manutenção da bateria de acumuladores

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave Phillips, chave de fenda, densímetro, voltímetro carregador de bateria, motocicleta completa, moto-rampa
2	Retire a bateria de acumuladores da motocicleta.	
3	Inspecione a bateria de acumuladores.	
4	Carregue a bateria de acumuladores.	
5	Instale a bateria de acumuladores na motocicleta.	
6	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Constituição do sistema de ignição

Este sistema tem por função elevar a tensão elétrica, a fim de produzir uma centelha nos eletrodos da vela, capaz de acender a mistura de ar combustível comprimida no cilindro do motor (fig. 15).

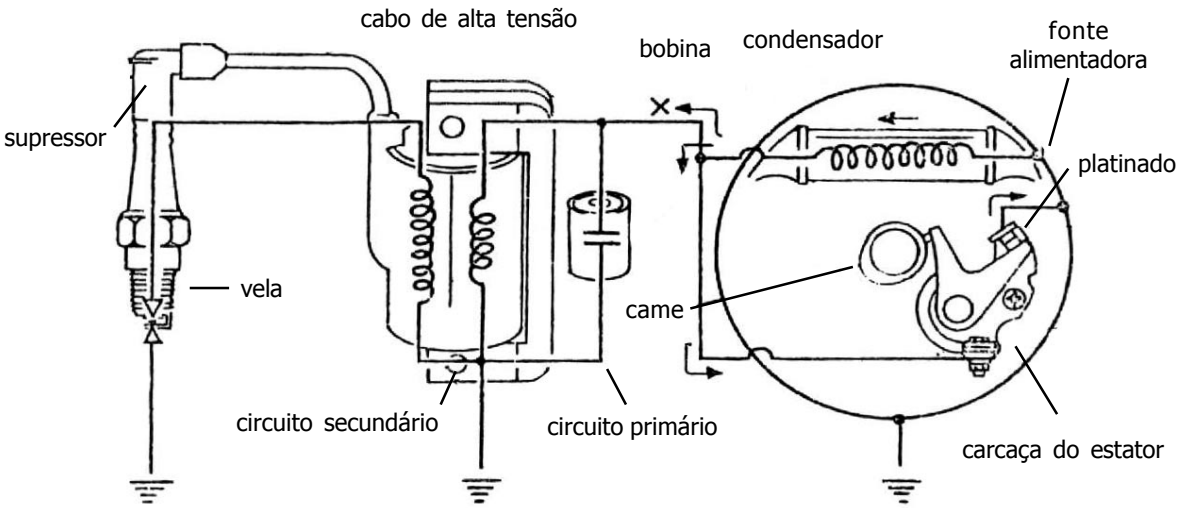


Fig. 15

Os sistema de ignição é constituído por dois circuitos distintos, cada qual com seus componentes, de acordo com esquema apresentado a seguir.

Circuito primário (baixa tensão) composto por:

- fonte de energia elétrica;
- enrolamento primário da bobina;
- platinados;
- condensador;
- cabos.

Circuito secundário (alta tensão) composto por:

- enrolamento secundário da bobina;
- cabo de alta tensão;
- vela de ignição.

Vejamos, de forma mais detalhada, cada um desses circuitos.

Circuito primário

Fonte de energia elétrica

É o local onde se produz ou armazena a energia necessária para fazer funcionar os diversos sistemas elétricos da motocicleta, entre os quais o de ignição, podendo ser movido por bateria ou magneto.

Por bateria

É o tipo em que a energia elétrica é produzida por reação química em uma bateria e distribuída ao sistema de ignição (fig. 16).

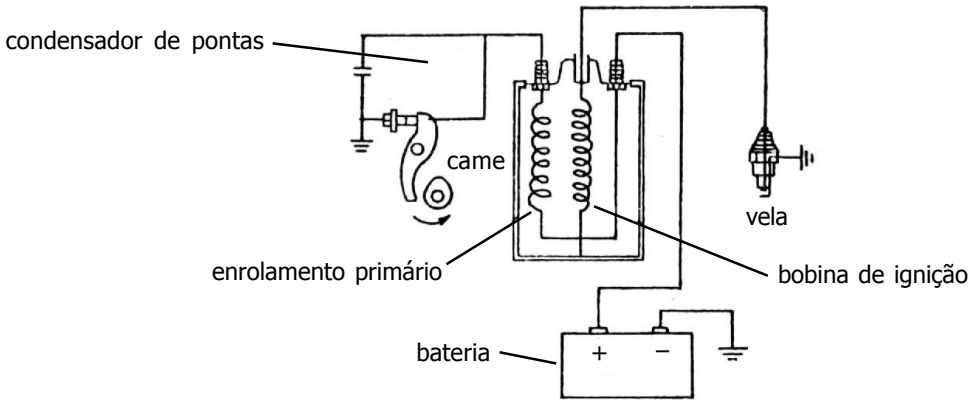


Fig. 16

Por magneto

É o tipo em que a energia elétrica é produzida por um gerador de indução magnética, ou seja, a bobina, o platinado, o condensador e o eixo de came são fixos em uma mesa, rodeada por uma polia rotativa, na qual se encontra fixado um ímã em qualquer ponto. Ao ser dada a partida, a polia gira e, quando o ímã passa ao lado da bobina, provoca um campo magnético no enrolamento primário da bobina; daí em diante, o processo passa a ser igual ao da alimentação da bateria (fig. 17).

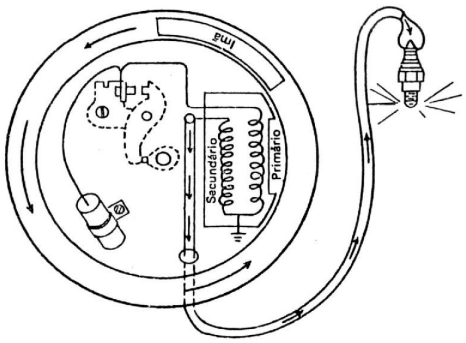


Fig. 17

A chave de ignição funciona como interruptor, para ligar ou desligar os circuitos à vontade do condutor (fig. 18).

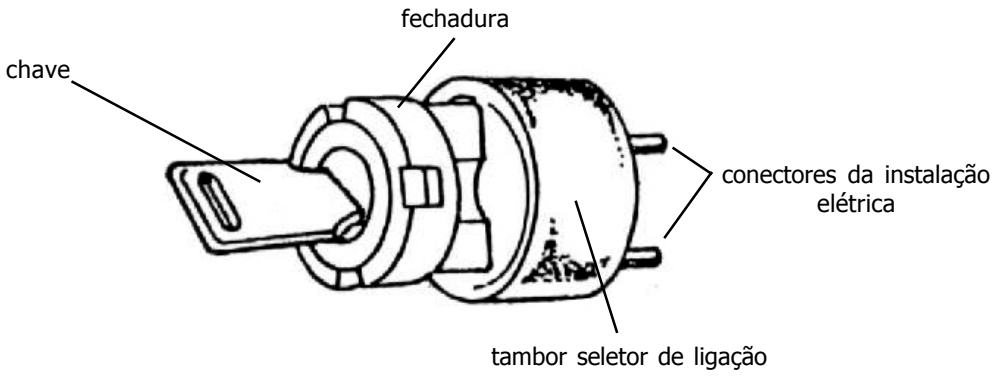


Fig. 18

Enrolamento primário da bobina

Localiza-se no interior da bobina, sendo feito de fio grosso isolado, enrolado em um núcleo de aço, com baixo teor de carbono, por onde percorre a corrente da bateria, ao ser ligada à chave de ignição (fig. 19).

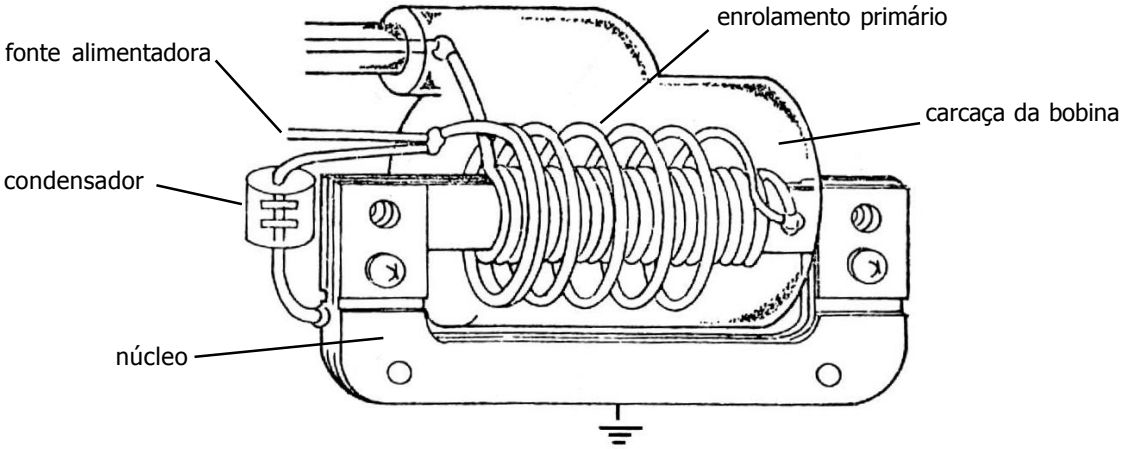


Fig. 19

Platinados

Têm a finalidade de interromper a corrente do circuito primário, cada vez que o ressalto do eixo de came age sobre ele, ou seja, quando se abrem os contatos. É composto por bigorna, martelo e contatos, que funcionam como interruptores (fig. 20).

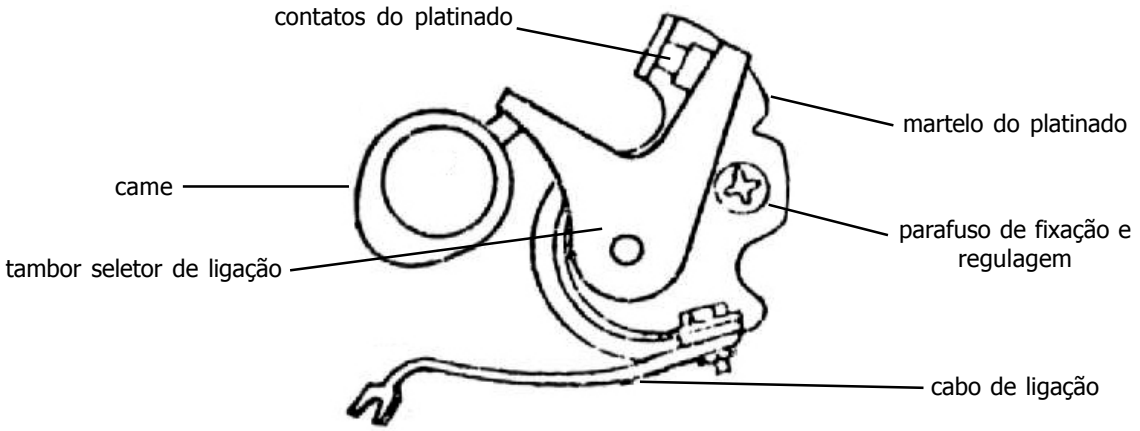


Fig. 20

Condensador

Também chamado de capacitor, tem a finalidade de reter, momentaneamente, a corrente, além de impedir que ela salte no momento em que os platinados começam a abrir-se. Em eletricidade, esse fenômeno é normalmente conhecido como arco voltaico. O condensador pode ser instalado no estator junto ao platinado ou na bobina de ignição (fig. 21).

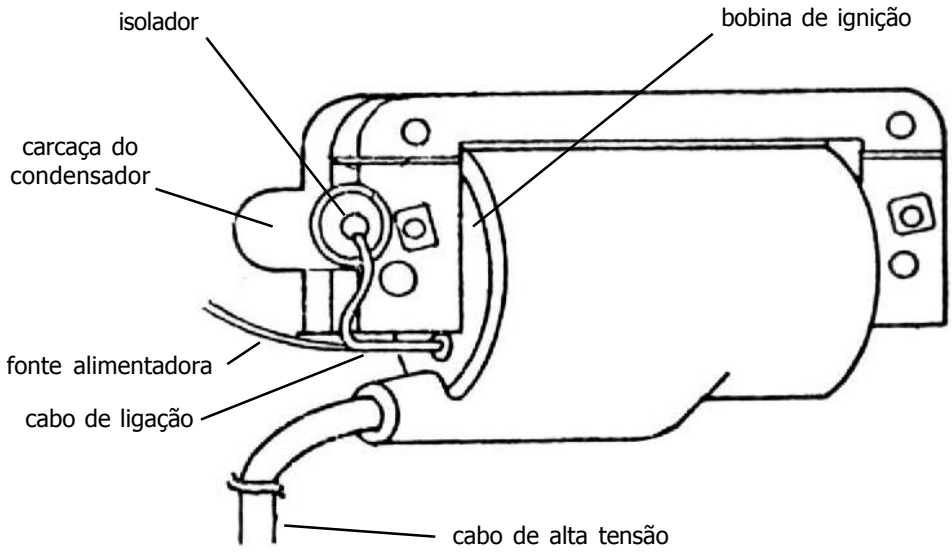


Fig. 21

Cabos

São fios de diâmetro especificados pelo fabricante, que servem para conduzir a corrente da chave de ignição por todo o circuito primário de baixa tensão.

Circuito secundário

Enrolamento secundário da bobina

Também localizado no interior da bobina, é feito de fio fino, isolado com milhares de espirais, sendo responsável pela produção de alta tensão (fig. 22).

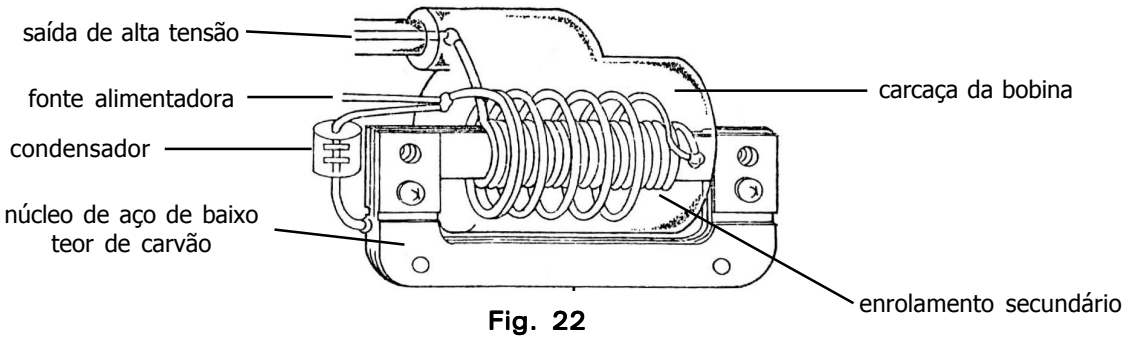


Fig. 22

Cabo de alta tensão

É um fio diferente do fio do circuito primário, pois tem uma camada bem espessa de isolante, a fim de proteger a corrente que passa no seu interior. Na sua ponta, vai um terminal, também chamado de supressor, que se adapta à cabeça da vela de ignição.

Vela de ignição

É o elemento responsável pela produção da centelha que inflama a mistura de ar/combustível. Tem a propriedade de formar boa vedação, bom isolamento térmico e elétrico.

Esta vela é o equipamento básico no sistema de ignição, pois precisa de suportar a máxima carga de natureza mecânica, térmica e elétrica. Por isso, o seu estado de conservação deve ser mantido rigorosamente dentro das especificações do fabricante. Seus componentes (fig. 23) encontram-se detalhados logo a seguir.

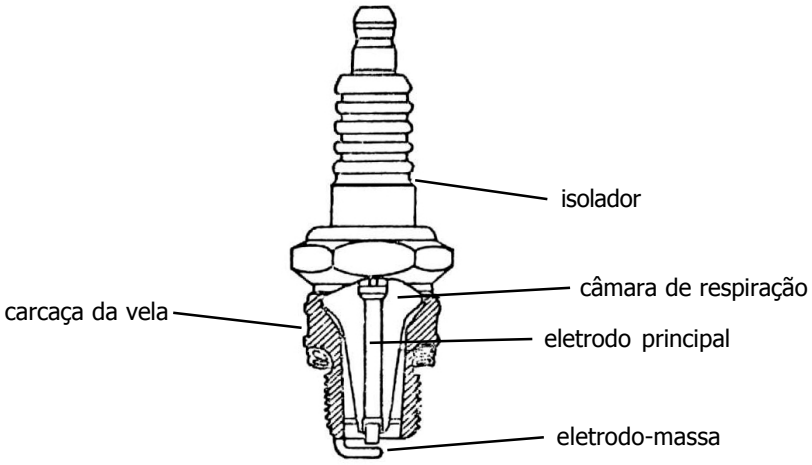


Fig. 23

Isolador

Peça de grande importância no funcionamento da vela de ignição, pois sua função é impedir a fuga da corrente elétrica. Trata-se de um corpo de cerâmica produzida à base de óxido de alumínio. A peça é executada por prensagem e esmerilhagem, além de cozida a altas temperaturas em formas especiais; com isso, obtém-se a elevada resistência mecânica. A parte superior do isolador deve ser verificada; nela, está a barreira contra a fuga da corrente.

Uma de suas principais propriedades é a alta resistência à perfuração elétrica em relação à demanda de ignição em motores com elevada compressão. Essa resistência à perfuração deve manter-se inalterada mesmo nas altas temperaturas sofridas pelo isolador durante o funcionamento do motor.

Outra característica importante é a resistência, ou seja, a resistência que o isolador deve ter nas mudanças bruscas de temperatura, nas alterações em suas propriedades básicas.

Carcaça da vela e câmara de respiração

A carcaça é a parte metálica roscada que vai fixada ao cabeçote e pode ter junta removível ou, ainda, não ter junta. A junta proporciona uma vedação adequada entre a vela e o cabeçote do motor, permitindo, assim, eliminar qualquer possibilidade de fuga de gás e melhor condutibilidade térmica, evitando o superaquecimento. As velas sem juntas têm o assentamento cônico, o que permite sua vedação, exigindo aperto menor e reduzindo ao mínimo o afrouxamento. São instaladas em motores de alta compressão.

A câmara de respiração é o local onde a vela dissipa parte do calor gerado pela combustão. Está relacionada, diretamente, com o índice térmico, pois do seu tamanho depende a quantidade de calor que a vela acumula ou dissipa.

O índice térmico da vela refere-se à sua capacidade de transferir calor da ponta do isolador interno até o sistema de arrefecimento do motor. O grau térmico varia de quente a frio, passando por uma gama de valores intermediários.

A vela tipo quente tem a ponta do isolador muito mais longa e transfere o calor mais lentamente, ou seja, acumula calor. É usada quando o motor funciona em regime de baixa velocidade (fig. 24).

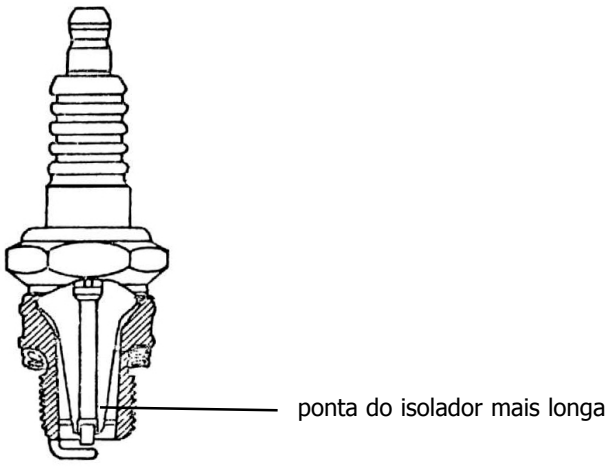


Fig. 24

A vela tipo fria tem a ponta do isolador relativamente curta e transfere rapidamente o calor para o sistema de arrefecimento do motor. É usada nos motores que trabalham em regime pesado ou funcionamento contínuo a alta velocidade, a fim de evitar o superaquecimento (fig. 25).

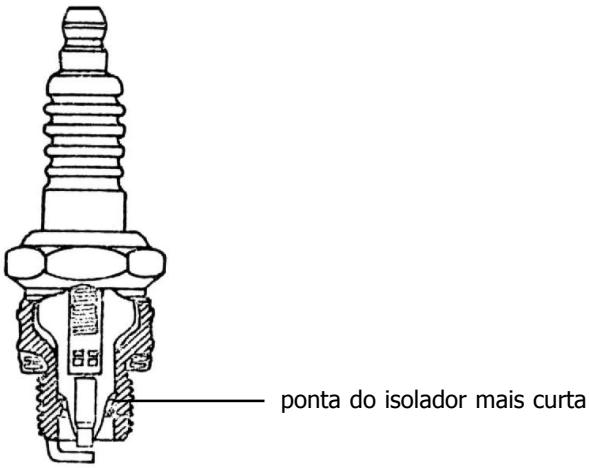


Fig. 25

A faísca da vela deve ser potente, a fim de inflamar a mistura em quaisquer condições de funcionamento e rotação do motor. O comprimento da faísca é controlado pela distância entre os eletrodos.

Se a folga não for recomendada pelo fabricante, o funcionamento do motor poderá ser irregular, causando falhas, tais como perda de potência e consumo excessivo de combustível.

Eletrodo principal e eletrodo-massa

Juntos formam o centelhador na câmara de combustão assim como na ponta do isolador, estando expostos a todas as influências químicas e térmicas. Materiais ou ligas apropriadas à base de níquel protegem os eletrodos contra a corrosão, aumentando a durabilidade das velas, contribuindo para a baixa demanda da tensão de ignição.

A demanda de ignição depende das características do impulso de ignição, da abertura entre os eletrodos, da composição e pressão da mistura de ar/combustível e das temperaturas.

Ignição eletrônica ou transistorizada

Seu custo é muito alto, mas quase não dá problema de manutenção, exceto a vela de ignição, que deve ser trocada, periodicamente, de acordo com as especificações do fabricante. Com o tempo, torna-se barata, pois, por não dispor de platinado e condensador, não há a necessidade de ser trocada com freqüência, evitando uma série de problemas que a ignição convencional apresenta, tais como a variação constante da abertura e dos platinados devido às vibrações sofridas durante o seu funcionamento.

As principais características da ignição eletrônica são a sua potência e precisão. Ela dispõe de uma caixa com circuitos eletrônicos que auxilia a bobina de ignição a produzir alta tensão. Esta caixa é composta por circuitos eletrônicos, transistores, condensadores e diodos, que formam a unidade de comando. No local do platinado e condensador, há a unidade responsável pelos impulsos elétricos que se comunicam com a unidade de comando, auxiliando a bobina na produção de centelha limpa e resistente. A fig. 26 ilustra um diagrama de um sistema de ignição eletrônica

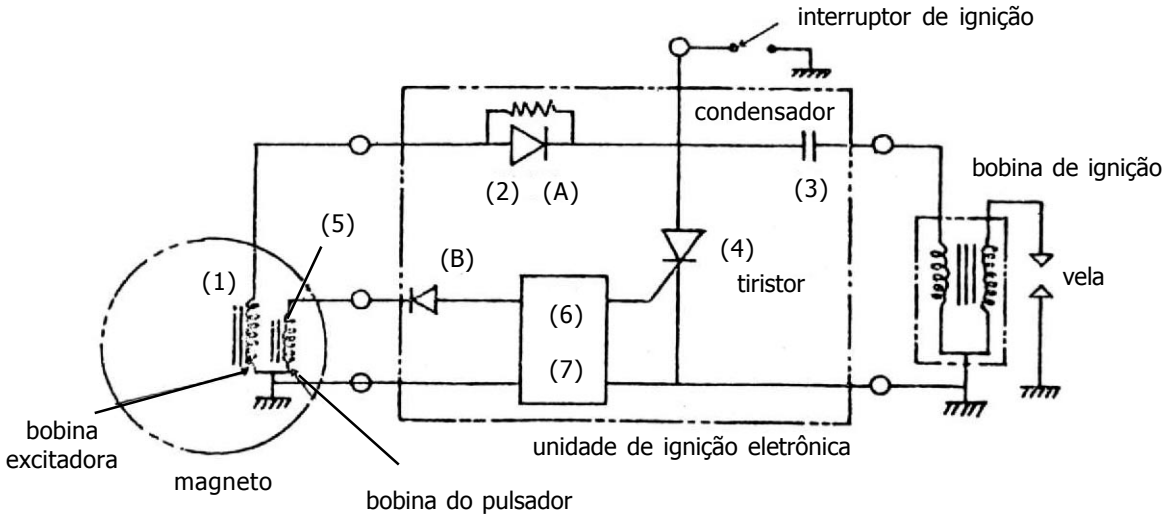


Fig. 26

Funcionamento do sistema de ignição

O sistema de ignição é um conjunto de peças que deve funcionar em perfeito sincronismo umas com as outras, para produzir a faísca regulada. Quando o condutor liga a chave de ignição, a corrente começa a fluir da bateria ou magneto em direção ao enrolamento primário da bobina, que, com os platinados fechados, cria um campo magnético no interior dele.

Quando o eixo de came do distribuidor abre os contatos dos platinados, a corrente é interrompida bruscamente, cortando o campo magnético, que cai rapidamente. Essa queda provoca uma auto-indução ou uma contratensão muitas vezes maior no enrolamento primário, elevando a tensão inicial para muitos milhares de volts no circuito secundário. Neste momento, o condensador absorve a corrente, impedindo-a de saltar entre os contatos dos platinados e fazendo-a voltar pelo circuito secundário, indo para o cabo de alta tensão até a vela de ignição, passando, ainda, pelo eletrodo principal, que salta para o eletrodo-massa, provocando, assim, a centelha que inflama a mistura.

A regulagem da distância dos eletrodos da vela de ignição deve estar sempre dentro das especificações; caso contrário, a produção de centelha pode prejudicar a inflamação da mistura.

O eixo came abre e fecha os contatos dos platinados em ritmo determinado pela velocidade da árvore de manivelas, e todo esse processo ocorre, quando o motor faz um ciclo de trabalho, ou seja, os quatro tempos.

Ponto de ignição

É o momento em que a centelha deve ser produzida na vela de ignição, para inflamar a mistura de ar/combustível. Este ponto relacionado-se à abertura dos platinados, que, de acordo com as especificações, são regulados com os pontos de contato abertos.

A centelha deve ser produzida na vela, antes que o pistão chegue em PMS no tempo de compressão, de modo que, quando ele complete o seu curso, toda a mistura já tenha sido queimada. Este momento em que a centelha deve chegar à vela de ignição é medido em graus na polia do motor. Cada motor tem o ponto de ignição predeterminado pelo fabricante.

A verificação do ponto de ignição faz-se de duas maneiras:

- estática – a que se dá com o motor parado. Pode ser feita com instrumentos ou mecanicamente;
- dinâmica – a que se faz com o motor funcionando, mas requer um instrumento especial, que se chama lâmpada estroboscópica. Tal instrumento, de grande uso na indústria automobilística, é acoplado ao cabo de alta tensão da vela de ignição.

Toda vez que esta vela recebe energia, para produzir a centelha, a lâmpada acende-se por efeito estroboscópico, para iluminar o ponto de referência na polia do motor. Tal instrumento é de grande eficácia, pois pode averiguar o estado de funcionamento do sistema de ignição e, principalmente, o avanço da ignição.

Avanço da ignição

Para produzir a potência estabelecida pelo fabricante, todo motor deve ter o sistema de ignição funcionando em perfeito estado, isto é, de acordo com as rotações do motor nos seus diversos regimes de funcionamento, a centelha deve chegar ao cilindro num tempo predeterminado. Logo, quanto mais alta for a rotação, mais rapidamente a centelha deverá chegar à vela, antes que o cilindro atinja o PMS.

Esta operação deve acontecer de forma gradual e uniforme, pois, caso contrário, o motor pode sofrer graves danos.

O dispositivo responsável pelo adiantamento da centelha no sistema de ignição chama-se avanço. A mesa onde está montado o platinado e, em alguns casos, o condensador é flutuante, ou seja, pode movimentar-se alguns graus pelo efeito centrífugo de acordo com a rotação do motor. Logo, quanto maior a rotação, maior o avanço e quanto menor a rotação, menor o avanço. A fig. 27 ilustra o mecanismo de avanço usado na maioria das motocicletas.

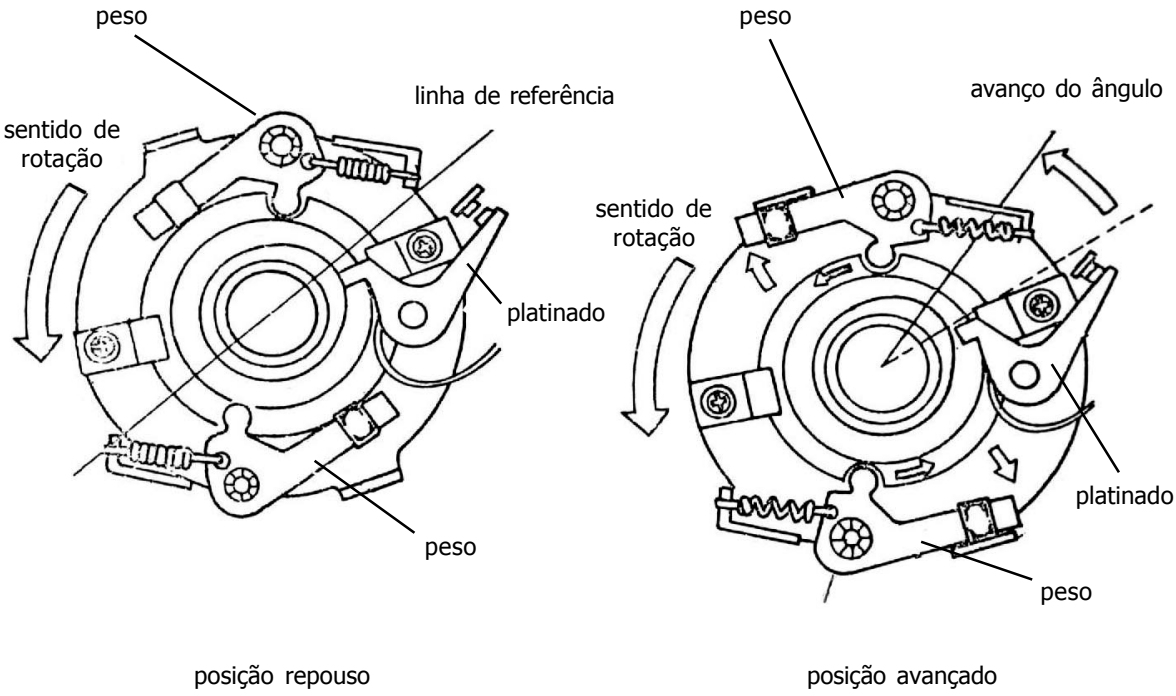


Fig. 27

Processos de manutenção, recondicionamento, regulagem e testes

Testes

A manutenção do sistema de ignição é simples, porém requer muitos cuidados, pois a condução da motocicleta e o funcionamento do motor dependem muito dela.

O platinado e o condensador devem ser inspecionados periodicamente, para proporcionar boa produção de centelha.

A bobina deve estar sempre em boas condições, pois dela depende totalmente o sistema. Para inspecioná-la, há necessidade de aparelhos espaciais, a fim de medir sua capacidade, isolamento e resistência. Cada motocicleta usa a bobina de acordo com a potência do motor.

O ponto inicial de ignição deve ser checado sempre que se retirar e colocar o platinado. Assim como o avanço da ignição, também deve ser testado com equipamento próprio.

Recondicionamento do sistema de ignição

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Instale a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, chave de fenda, ferramentas especiais, elementos de limpeza, motocicleta completa, moto-rampa
2	Retire o platinado de ignição.	
3	Instale o platinado de ignição	
4	Regule a abertura do platinado e ponto inicial de ignição.	
5	Teste o condensador e bobina de ignição.	
6	Inspecione a vela de ignição.	
7	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Regulando a abertura do platinado e o ponto inicial de ignição

A regulagem da abertura do platinado e do ponto inicial de ignição é a operação que consiste em sincronizar o momento em que deverá a centelha saltar entre os eletrodos da vela de ignição com a posição do êmbolo em seu curso. Tal sincronização, quando perfeita, proporciona melhor aproveitamento energético da inflamação da mistura de ar/combustível.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo: **alinhar a marca F gravada no rotor com a referência gravada na carcaça do estator**

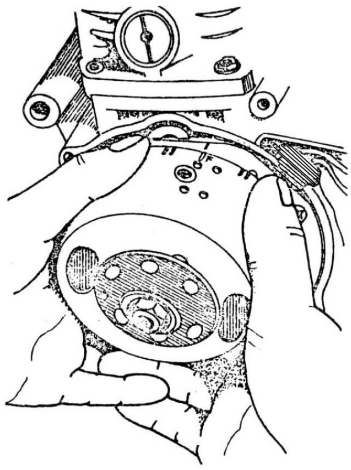


Fig. 28

2º passo: **desligar a fiação do alternador**

3º passo: **ligar a lâmpada de teste**

a) Ligue uma das garras da lâmpada no fio preto de fiação.

b) Ligue a outra garra da lâmpada no pólo positivo da bateria.

Observação

A lâmpada acende-se com intensidade total.

4º passo: **ajustar a folga do platinado**

a) Solte o parafuso de fixação do platinado.

b) Gire o rotor no sentido anti-horário, até que diminua a intensidade da lâmpada.

c) Verifique o alinhamento da letra F com a referência na carcaça.

Observação

Se a letra F estiver antes da referência, diminua a abertura do platinado.

Se a letra F estiver depois da referência, aumente a abertura do platinado.

d) Repita os itens *b* e *c*, até que a letra F fique alinhada com a referência na carcaça.

e) Aperte o parafuso de fixação do platinado.

Observação

Confira o ponto após apertar o parafuso.

5º passo: **retirar a lâmpada de teste**

6º passo: **ligar a fiação do alternador**

7º passo: **instalar a tampa lateral esquerda do motor**

Testando o condensador e a bobina de ignição

O mecânico de motocicletas testa o condensador e a bobina de ignição com o propósito de comprovar o estado de funcionamento deles. Para tanto, faz uso de aparelhos que indicam se as peças em teste se encontram em condições de uso.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo: **retirar o assento da motocicleta**

2º passo: **retirar o tanque de combustível**

3º passo: **retirar a bobina de ignição e o condensador**

a) Desligue o cabo de alta tensão na vela de ignição.

b) Desligue o fio primário da bobina de ignição.

c) Retire os parafusos de fixação da bobina.

4º passo: **desligar o condensador da carcaça da bobina de ignição**

5º passo: **testar a bobina de ignição**

1.º teste

a) Ligue uma das garras da lâmpada de prova ao pólo positivo da bateria.

b) Ligue a outra garra da lâmpada de prova ao cabo de alta tensão.

c) Faça uma ponte entre o fio primário da bobina e o cabo negativo da bateria (fig. 29).

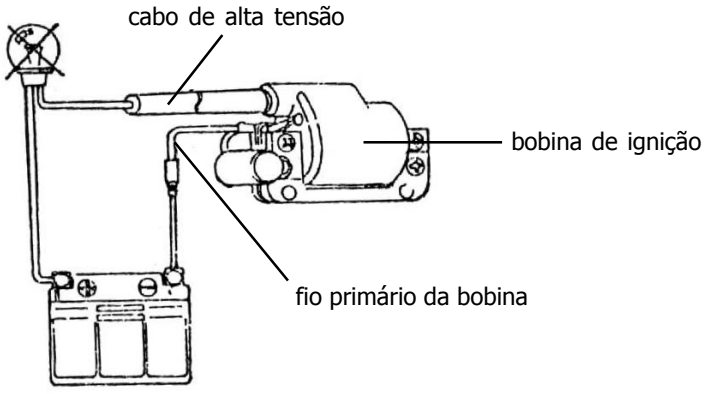


Fig. 29

Observação

A lâmpada não deve se acender.

Se a lâmpada se acender, substitua a bobina.

2.º teste

a) Ligue uma das garras da lâmpada de prova ao pólo positivo da bateria.

b) Ligue a outra garra da lâmpada de prova ao cabo de alta tensão.

c) Faça uma ponte entre o núcleo da bobina e o pólo negativo da bateria (fig. 30).

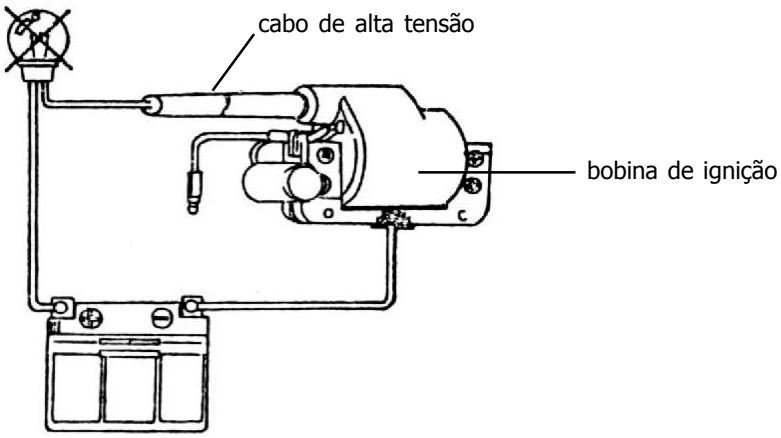


Fig. 30

Observação

A lâmpada não deve se acender.

Se a lâmpada se acender, substitua a bobina.

3.º teste

a) Ligue uma das garras da lâmpada de prova ao pólo positivo da bateria.

b) Ligue a outra garra da lâmpada de prova ao fio primário da bobina.

c) Faça uma ponte entre o núcleo e o pólo negativo da bateria (fig. 31).

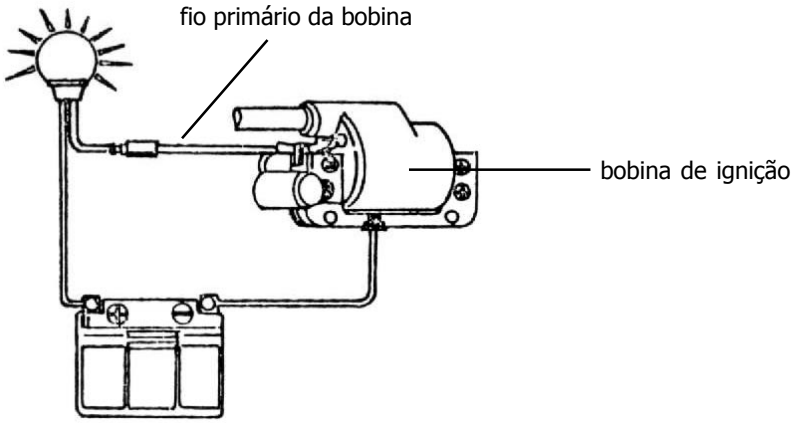


Fig. 31

Observação

A lâmpada deve se acender.

6º passo: **testar o condensador**

a) Ligue uma das garras da lâmpada de prova ao pólo positivo da bateria.

b) Ligue a outra garra da lâmpada de prova ao fio primário da bobina de ignição.

c) Faça uma ponte entre a carcaça do condensador e o pólo negativo da bateria (fig. 32).

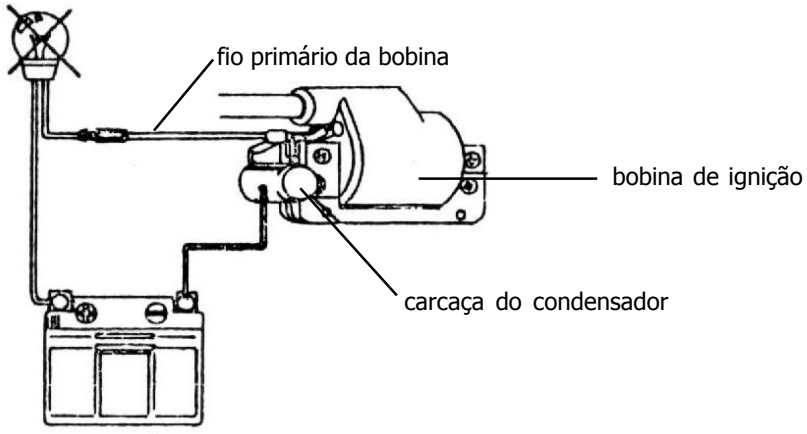


Fig. 32

Observação

A lâmpada não deve se acender, e o condensador deve estar desparafusado no núcleo da bobina.

Constituição do sistema de arranque

Geralmente, os sistemas de arranque constam de dois circuitos separados: o circuito de força, constituído pela bateria, cabos, lado da corrente principal do interruptor do solenóide ou magnético, dispositivo de arranque e mecanismo de transmissão, e, por outra parte, o circuito de controle, que possui um interruptor ou botão de arranque, o lado de energização do solenóide, o interruptor neutro ou de segurança e, às vezes, o *override* da embreagem (fig. 33). Consideremos primeiro o circuito de controle.

O interruptor de arranque da fig. 33 deixa a corrente passar da bateria através do interruptor principal ou de ignição, através do relé de arranque ou solenóide, e depois através do interruptor de partida para a terra. Este tipo de circuito só requer um fio, que deve ser encaminhado para o interruptor do guidão. Outros circuitos que requerem dois fios do interruptor do arranque têm o interruptor antes do relé, com a corrente indo do relé diretamente para a massa (fig. 34). O circuito de controle permite que um interruptor de baixa corrente acione um relé de alta corrente (até 150A) ou interruptor de solenóide.

O circuito de força tem cabos grossos que vão da bateria ao relé ou solenóide e do relé ao motor de arranque. A corrente passa da bateria através do interruptor do relé, indo para o motor e a massa.

Os motores de arranque têm dois modelos básicos: a combinação arranque-gerador, usada em algumas motos de pequena cilindrada, e o motor comum de arranque. O motor de arranque-gerador costuma ser montado diretamente no virabrequim e é de torque baixo. Os motores de arranque das motos mais potentes acionam o virabrequim mediante uma disposição de corrente ou de engrenagem e requerem um certo tipo de dispositivo de engrenagem, como, por exemplo, uma embreagem.

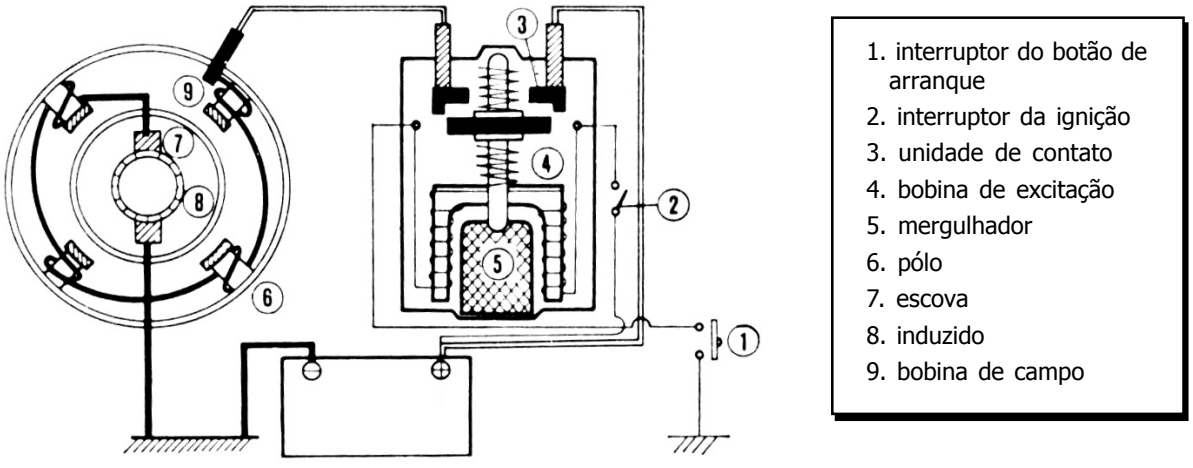


Fig. 33 – Esquema de fiação do sistema de arranque para a Honda 250/350

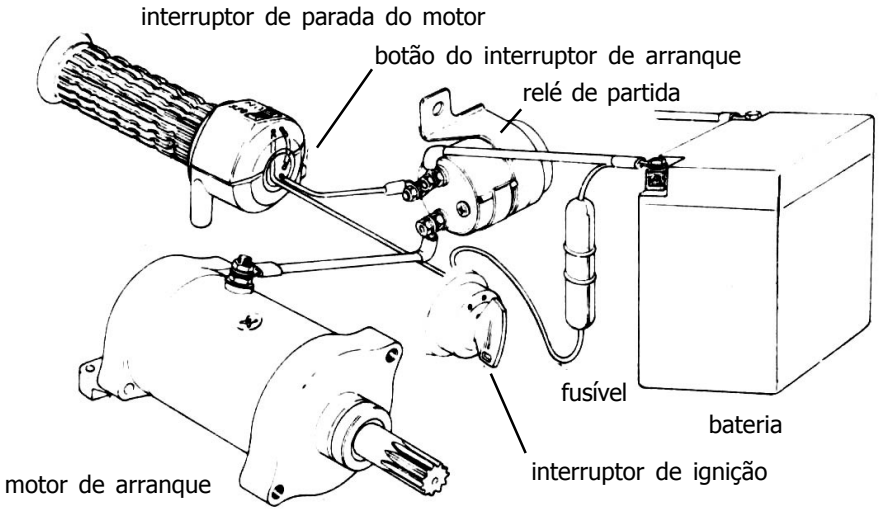
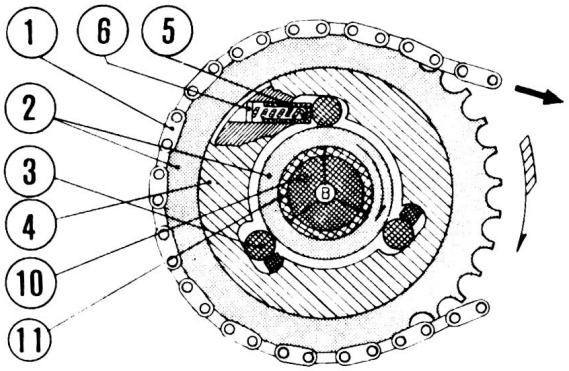


Fig. 34 – Esquema de fiação do sistema de arranque da Suzuki 750

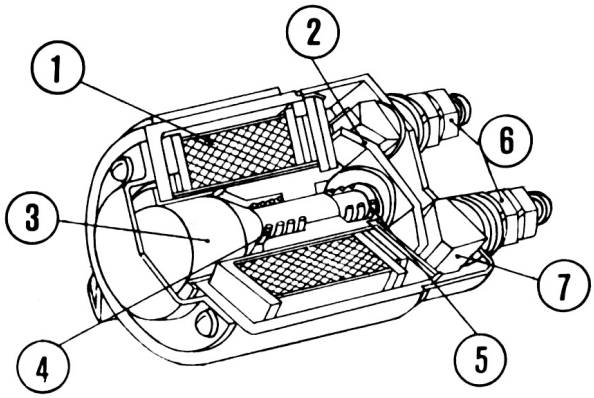
Um tipo de embreagem de arranque é o tipo de rolo e rampa (fig. 35). A rotação do motor de arranque move os rolos para a posição de cunha entre o cubo da roda dentada do arranque e o cubo externo da embreagem. Quando o motor começa a funcionar, a força centrífuga, devido à velocidade mais elevada da roda dentada, força os rolos a saírem de encontro às molas de rolo, desligando o motor de arranque da roda dentada.

O desenho do relé ou solenóide da fig. 36 é típico. A bobina magnética é acionada pelo botão de arranque. O campo magnético puxa o mergulhador para o centro da bobina contra a força da mola de chamada. A chapa de contato fixada no mergulhador constitui uma forte ligação elétrica entre os terminais, deixando a corrente passar pelo motor de arranque. Se se soltar o botão de arranque, a mola de retorno do solenóide permite desligar o circuito de força.



1. corrente de arranque
2. roda dentada do arranque
3. rolo
4. cubo externo da embreagem
5. tampa da mola do rolo
6. mola do rolo
7. virabrequim da esquerda
8. bucha de 21mm

Fig. 35 – Embreagem de arranque de rolo e rampa (motores Honda).



1. bobina magnética (enrolamento primário)
2. contato (lado de operação)
3. mergulhador
4. mola de retorno
5. mola de retorno do contato
6. terminais
7. contato (lado fixo)

Fig. 36 – Relé do solenóide do arranque (motores Honda)

Dois outros interruptores ainda podem fazer parte do circuito de controle de arranque separadamente ou em série. São eles o interruptor neutro e o de embreagem. A sua operação conjunta pode requerer o uso de uma unidade (relé) de segurança do motor de arranque (fig. 37). No diagrama da CB750, a moto deve estar no ponto morto, a embreagem deve estar desengatada e o botão de arranque ligado, antes que o solenóide (interruptor magnético de arranque) conclua o circuito de força. Quando essas condições são observadas, o relé deixa a corrente passar para a terra, concluindo, assim, o circuito.

Sistema de alimentação

Nesta Seção...

Carburador ◀

Combustíveis líquidos ◀

Tanque de combustível ◀

7

Carburador

É o componente do sistema de alimentação encarregado de misturar o ar e o combustível na proporção exata e na quantidade certa, para o motor funcionar eficientemente, desde a marcha lenta até a alta rotação.

Constituição

O carburador da motocicleta é constituído principalmente pela carcaça do carburador, cuba de nível constante, bóia controladora do nível, calibradores, parafusos de ajuste da rotação, parafuso de drenagem, parafuso da mistura, êmbolo controlador da aceleração, suporte do êmbolo controlador da aceleração, conforme descrito a seguir (fig. 1).

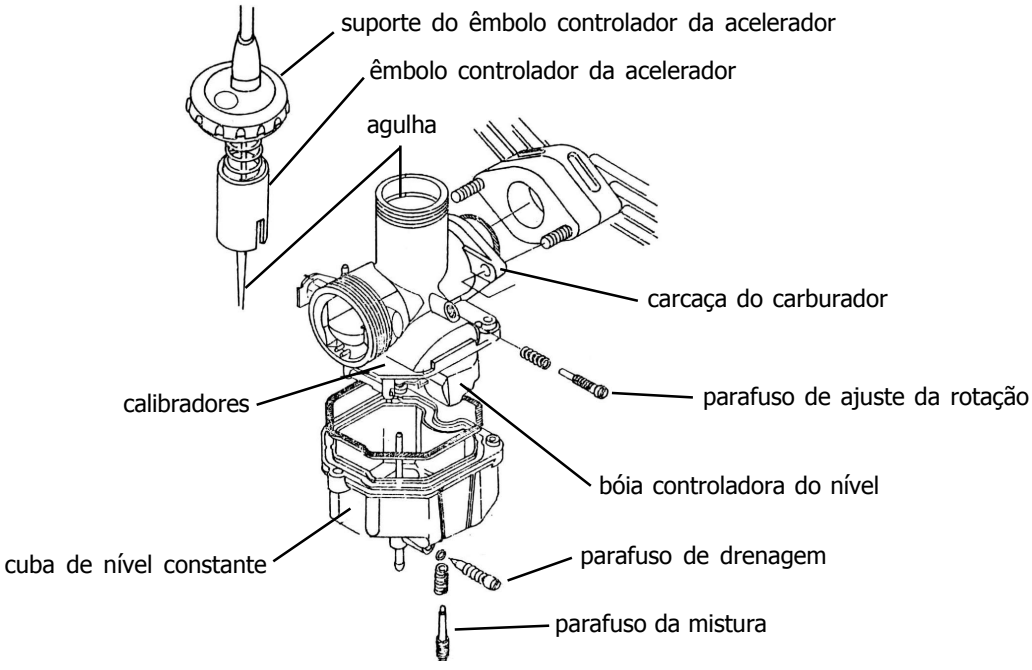


Fig. 1

Carcaça do carburador

Forma o corpo principal do carburador com alojamentos específicos para o êmbolo de aceleração, parafuso de ajuste da rotação, bóia controladora de nível, calibradores e borboleta do afogador. Em seu interior, encontram-se duas cavidades cilíndricas: uma vertical, outra horizontal.

Na cavidade vertical, é alojado o êmbolo controlador do fluxo de ar e a agulha de controle de combustível. Na cavidade horizontal, encontram-se a borboleta do afogador e um estreitamento central chamado difusor, cuja função é provocar o efeito Venturi ou o aumento da velocidade do ar aspirado pela diferença de pressão.

A fig. 2 ilustra a carcaça de um carburador em corte com destaque para o difusor Venturi.

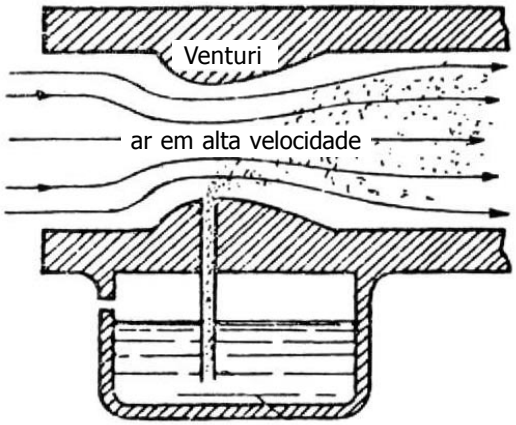


Fig. 2

Cuba de nível constante

É o reservatório de combustível no carburador. Tem forma de copo, sendo fixada à carcaça do carburador por meio de parafusos. Entre a cuba e a carcaça, utiliza-se uma junta de borracha, para evitar vazamentos entre elas. Em sua estrutura, encontra-se o parafuso de drenagem, destinado ao esvaziamento da cuba para eventuais reparos.

Bóia controladora de nível

Sua função é manter um nível adequado de combustível na cuba para a alimentação do motor. Está situada no interior da cuba, montada em uma válvula de estilete, cujo funcionamento se assemelha a uma caixa de água, ou seja; à proporção em que é evacuado o líquido contido no reservatório, a bóia vai abaixando, permitindo a entrada de mais líquido através da válvula, até que se complete novamente o nível estipulado.

Geralmente, a bóia do carburador é fabricada em plástico resistente aos ataques químicos dos combustíveis.

Calibradores

Também conhecidos por *gigleur*, servem para limitar o fluxo de combustível que passa pelos canais alimentadores do carburador. O orifício de passagem dos calibradores tem diâmetro prestabelecido pelos fabricantes, não devendo ser alterado em hipótese alguma. A fig. 3 ilustra três dos principais calibradores do sistema de marcha lenta e a válvula de estilete da bóia.

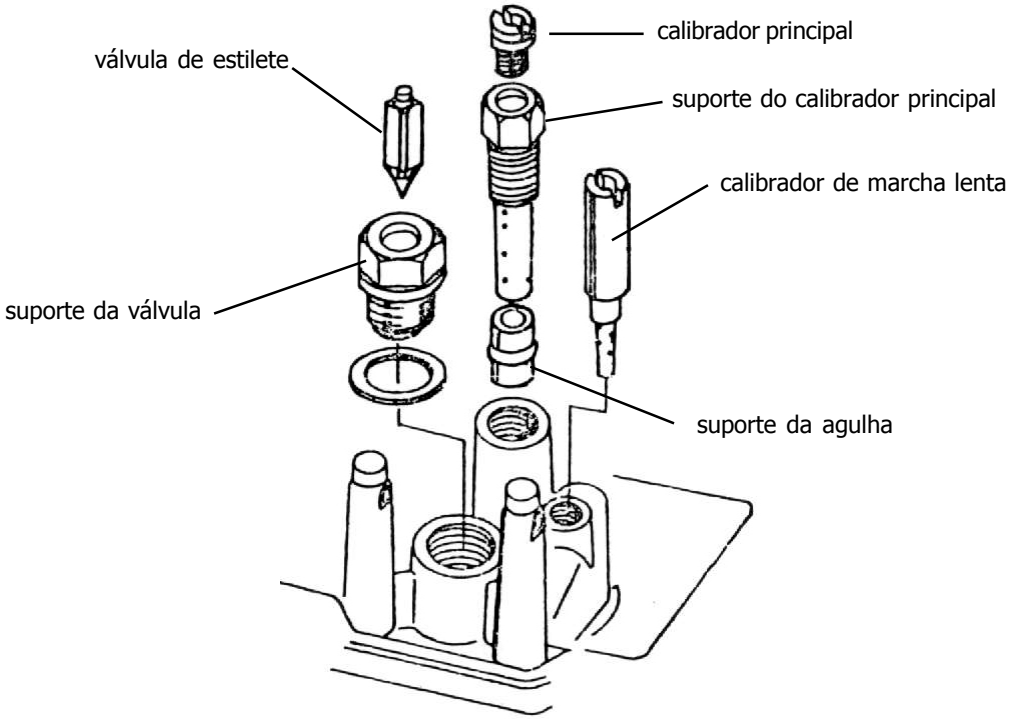


Fig. 3

Parafuso de ajuste da rotação

Regula a rotação do motor em regime de marcha lenta. Geralmente, é atarraxado na carcaça do carburador com uma mola que serve de trava do parafuso na posição desejada.

Parafuso de drenagem

Serve como bujão da cuba de nível constante e, quando retirado, permite o escoamento do combustível contido nela.

Parafuso da mistura

Controla a mistura de ar/combustível que alimenta o motor em regime de marcha lenta.

Êmbolo controlador da aceleração

É o principal elemento do carburador, pelo fato de permitir que o motor diversifique sua rotação desde a marcha lenta até o limite máximo da sua capacidade de giro.

O êmbolo situa-se na cavidade cilíndrica vertical da carcaça, e, em sua extremidade superior, é encaixado o cabo do acelerador. Na extremidade inferior, encontra-se montada uma agulha que controla o fluxo de combustível para a alimentação do motor em rotações variadas. Em um dos lados do êmbolo, existe uma fenda onde se aloja o parafuso de ajuste da rotação na marcha lenta.

Suporte do êmbolo controlador da aceleração

É atarraxado na parte superior da cavidade cilíndrica vertical, e, em seus lados, existem estrias que facilitam sua remoção e instalação. Na parte superior do suporte, é fixado o conduíte do cabo do acelerador, e, na parte inferior, existe uma mola que mantém o êmbolo pressionado para baixo.

Funcionamento

O carburador é um vaporizador aperfeiçoado. Sua principal função é transformar o combustível em sua forma líquida numa mistura gasosa em proporção aproximada de quinze partes de ar para cada uma de combustível (15:1).

Isto só é possível devido à sucção formada pelo êmbolo do cilindro do motor no tempo de admissão que, ao aspirar o ar atmosférico através do tubo cilíndrico horizontal do carburador, aspira também pequena quantidade de combustível pré-vaporizado.

A fig. 4 dá uma idéia global do trabalho do carburador em função do motor no tempo de admissão.

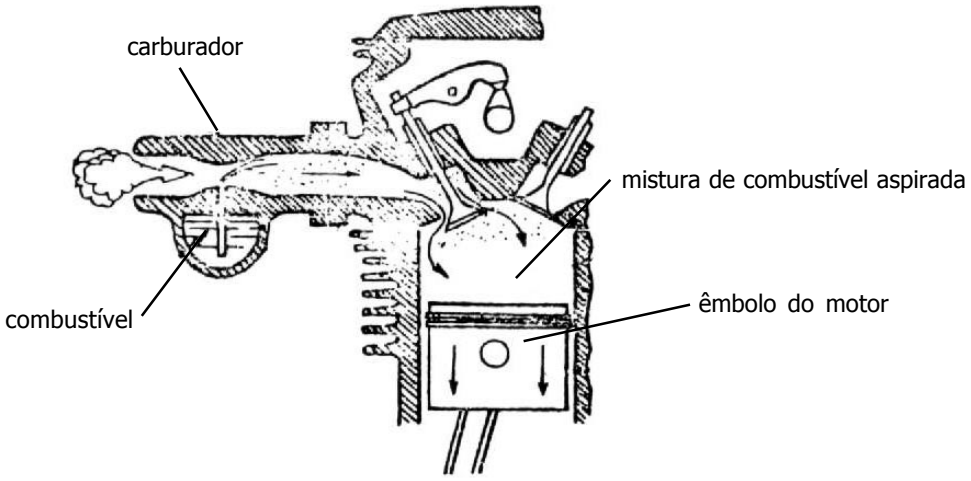


Fig. 4

Para que se possa manter um controle variado de aceleração, o carburador é dotado de sistemas específicos que alimentam o motor com volumes de misturas adequadas ao regime de trabalho em que se encontra momentaneamente.

Tais sistemas são o sistema de marcha lenta, sistema principal, sistema de aceleração rápida e sistema de partida a frio, conforme apresentados a seguir.

Sistema de marcha lenta

Como o próprio nome indica, esse sistema alimenta o motor, quando ele se encontra em baixa rotação, ou seja, quando o acelerador não é acionado pelo condutor. Nesse momento, a depressão existente por trás do êmbolo controlador da aceleração é muito lenta.

A quantidade de gases que passa pelo alimentador da marcha lenta ainda sofre um controle provocado pelo parafuso regulador da mistura, fazendo com que seja dosado o volume de gás que irá alimentar o motor nesse regime.

A fig. 5 representa o sistema de marcha lenta de um carburador comumente usado em motocicleta.

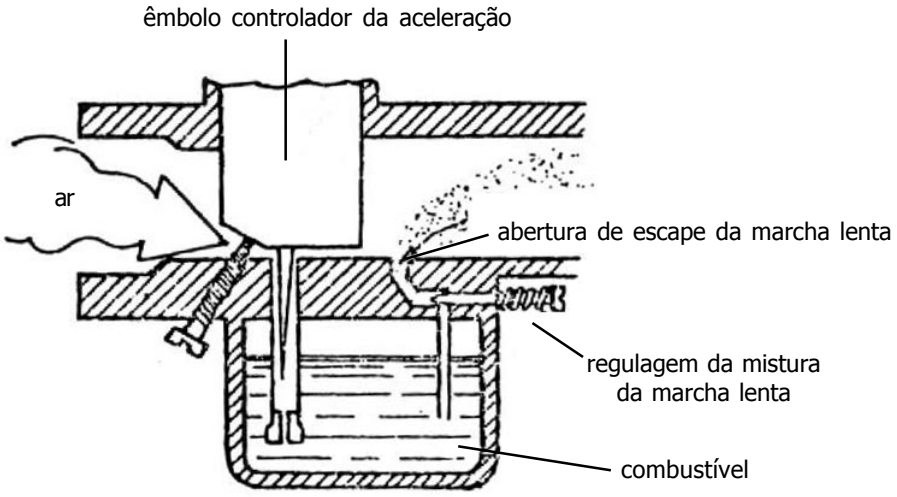


Fig. 5

Sistema principal

Alimenta o motor em qualquer regime de rotação a partir da marcha lenta. À proporção que o acelerador é acionado pelo condutor da motocicleta, vai aumentando o volume de aspiração do ar atmosférico pelo motor, isto porque o êmbolo controlador da aceleração começa a subir, uma vez que se encontra ligado ao acelerador. Um orifício calibrado e controlado por uma agulha permite, então, que seja sugada uma quantidade de mistura de ar/combustível suficiente para alimentar o motor na rotação desenvolvida.

A fig. 6 exemplifica um motor em sua aceleração máxima. Note que o êmbolo controlador da aceleração se encontra na parte alta da cavidade cilíndrica vertical da carcaça do carburador, e a agulha libera totalmente a passagem da mistura, permitindo um fluxo máximo dela.

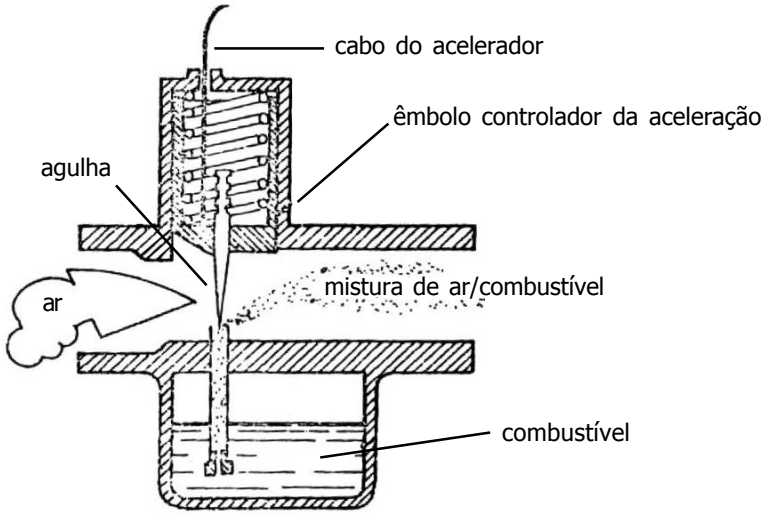


Fig. 6

Sistema de aceleração rápida

Esse sistema só foi introduzido em decorrência da modernização dos carburadores para motocicleta, por se sentir permanente necessidade de melhor resposta à aceleração brusca no motor.

Trata-se de bomba impulsora que injeta certa quantidade adicional de combustível na cavidade cilíndrica, onde a mistura é aspirada, compensando, assim, o seu empobrecimento em face do volume brusco de ar aspirado pelo motor por ocasião da aceleração rápida.

Esse sistema é comumente conhecido pela denominação sistema *ecco*. A fig. 7 ilustra um corte de um carburador com bomba de aceleração.

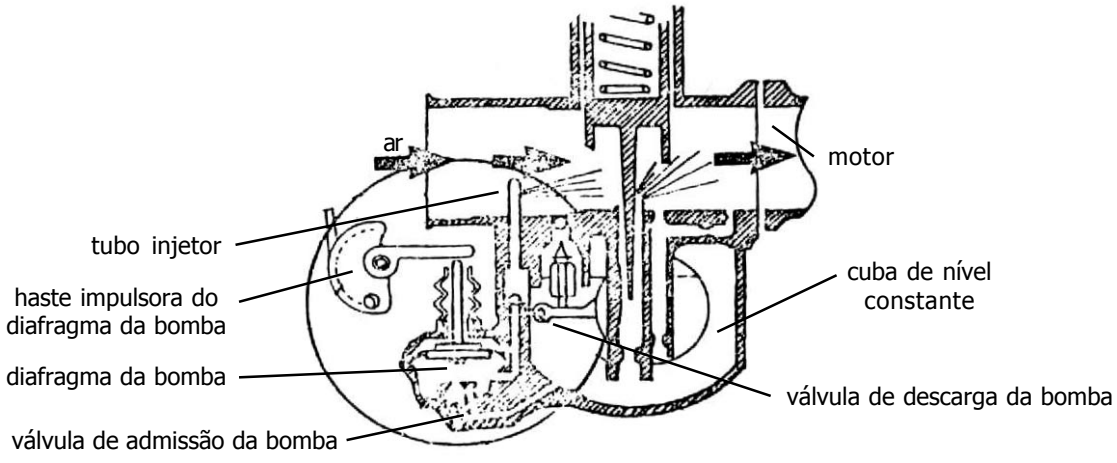


Fig. 7

Sistema de partida a frio

Objetiva um enriquecimento na mistura de combustível, para facilitar o funcionamento inicial do motor, quando estiver totalmente frio. Existem diversas formas de provocar o enriquecimento da mistura. Entretanto, a mais usada é o tipo afogador manual.

Consiste em uma tampa tipo borboleta, instalada na entrada de ar atmosférico do carburador e articulada mecanicamente por uma alavanca, a qual, quando acionada, faz com que a borboleta do afogador obstrua parcialmente a entrada de ar do motor, possibilitando aspirar maior quantidade de combustível dos orifícios alimentadores do carburador. A fig. 8 mostra um detalhe da entrada de um carburador com sistema de partida a frio por afogador manual.

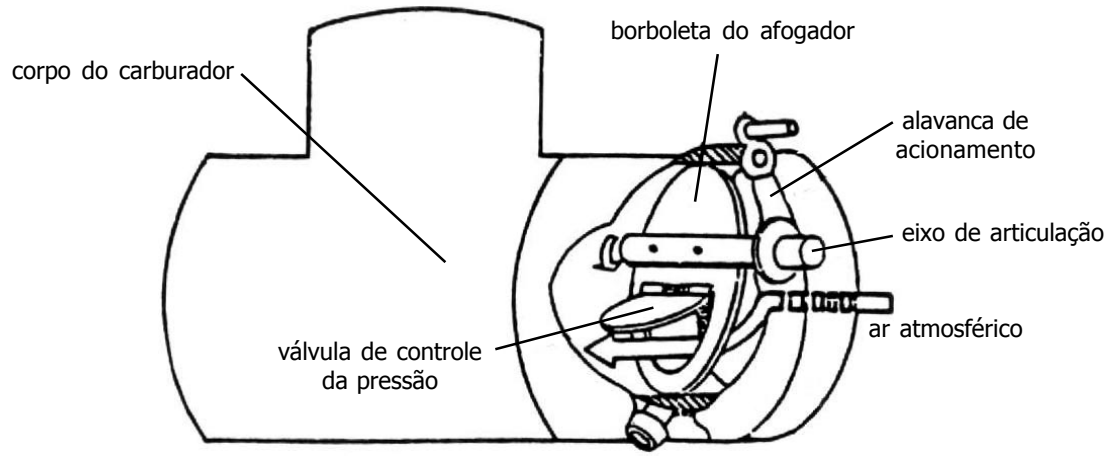


Fig. 8

Quando a borboleta do afogador não está acionada, posiciona-se horizontalmente a passagem do ar atmosférico, não promovendo qualquer tipo de obstrução dele, conforme mostra a fig. 9.

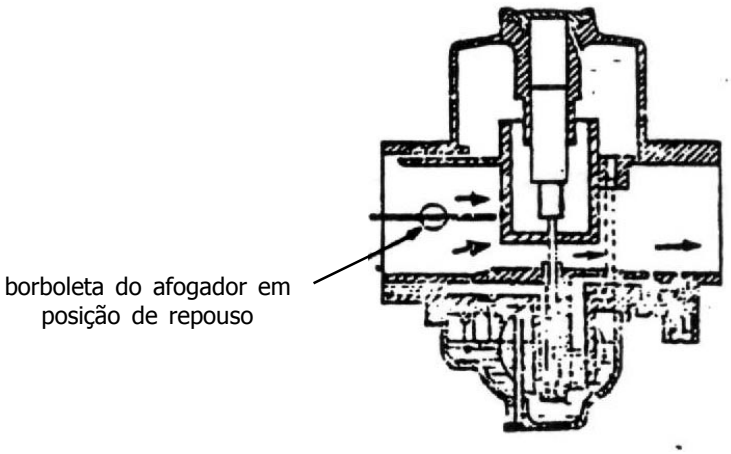


Fig. 9

Manutenção do carburador

A manutenção do carburador deve ser cuidadosa. Após a desmontagem, deve ser lavado com solvente adequado e depois seco com ar comprimido. A montagem deve ser feita com peças em perfeito estado, para não prejudicar o funcionamento do motor.

Filtro de ar

É o elemento encarregado de purificar o ar que vai se misturar com o combustível no interior do tubo Venturi, para colocar o motor em funcionamento.

Da pureza do ar depende a vida útil dos anéis e do interior do motor.

Os filtros podem ser:

filtros de papel – feitos de papel poroso e que funcionam perfeitamente, pois neles há poros que permitem a passagem do ar e retêm o pó prejudicial ao motor. O papel deve ser dobrado em forma de sanfona dentro da caixa do filtro, para conseguir a máxima eficácia no menor espaço possível. Os filtros de papel têm grande vantagem sobre os demais, pois são descartáveis, isto é, quando sujam podem ser substituídos por novos;

filtros de espumas – produzido de espuma sintética, cuja porosidade é controlada durante a fabricação. A poeira contida no ar fica na espuma previamente lubrificada, e o ar chega limpo ao carburador. Sua manutenção é simples, pois basta lavá-los com solvente apropriado e lubrificá-los novamente com óleo SAE 20 ou 30;

filtros de malha de arame – fabricados de arame entrelaçado, mostram pouca eficiência. Eram usados nas motocicletas antigas.

Combustíveis líquidos

São elementos químicos formados pela combinação de hidrocarbonetos e oxigênio, o que lhes confere inflamabilidade, utilizados, normalmente, em motores a explosão. Os combustíveis líquidos podem ser de origem mineral ou vegetal.

Entre o minerais, o mais usado é o petróleo.

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos de origem natural que contém, freqüentemente, gás, alcatrão e parafina. Segundo a teoria atualmente aceita, esse tipo de mineral teve origem na decomposição de resíduos orgânicos, ou seja, fósseis de animais, vegetais e outros compostos, favorecida por elevadas temperaturas e pressões no decurso de um longo período geológico. Na atualidade, o petróleo não é usado unicamente para obtenção de combustíveis ou lubrificantes. A tecnologia moderna já o utiliza na indústria química e farmacêutica para fins considerados mais nobres.

Processo de obtenção dos combustíveis derivados do petróleo

Os combustíveis, a partir do petróleo cru são obtidos, normalmente, através de três processos distintos: destilação, desdobramento (*cracking*) e hidrogenação.

Ainda que o volume de produção seja maior pelos sistemas de hidrogenção e *cracking*, o processo mais usado é o de destilação devido à sua simplicidade.

No processo de destilação, o petróleo aquece-se em um forno de tubos, sendo enviado a uma torre metálica que possui vários pisos descontínuos onde se condensam os diferentes componentes que fluem para o exterior. Desta maneira, obtêm-se, além da gasolina, gases combustíveis, querosene, óleo *diesel* e óleos pesados com seus derivados.

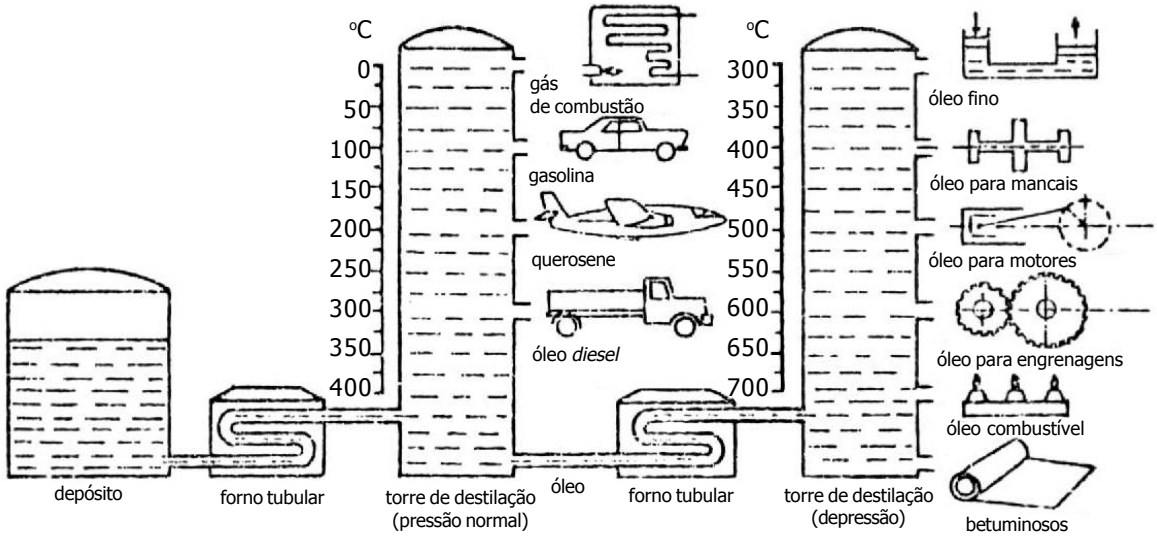


Fig. 10

Combustíveis vegetais

São obtidos através da destilação de vegetais em decomposição. Entre os subprodutos resultantes dessa destilação, destaca-se o álcool hidratado.

Justifica-se a preferência por esse tipo de combustível em face do alto custo do petróleo e a perspectiva de escassez de tal fonte de energia em futuro próximo.

O álcool hidratado, derivado da cana-de-açúcar, apresenta melhores condições alternativas de substituição do petróleo no território brasileiro.

O álcool difere da gasolina em características físico-químicas. Entretanto, com a adequação dos atuais motores a gasolina, obtem-se excelente resultado para o uso do combustível vegetal.

O álcool como combustível nos motores

A aplicação do álcool nos motores tem três aspectos distintos: em mistura com a gasolina; em uso paralelo com a gasolina ou óleo *diesel;* em uso exclusivo nos motores a gasolina convertidos para a utilização do álcool.

Em mistura com a gasolina

O álcool etílico é miscível com qualquer tipo de gasolina e em qualquer proporção, resultando sempre em um combustível de boas características. Entretanto, é preciso que o álcool seja anidro,ou seja, não contenha água.

No Brasil, o álcool etílico anidro é adicionado à gasolina em até 25%. Por seu alto valor antidetonante, passa a ter igual efeito que o chumbo tetraetila na gasolina.

Uso paralelo com gasolina e óleo *diesel*

Denomina-se uso paralelo a introdução, no motor, de etanol e de um outro combustível separadamente.

O uso paralelo gasolina-etanol requer dois sistemas de alimentação (dois tanques, dois carburadores, duas bombas, etc). Nesses sistemas, o rendimento do motor é baixo para o etanol, porque não existe a conveniente adaptação do motor.

O uso paralelo do *diesel*-etanol tornou-se conveniente, por não exigir grandes modificações do motor. Para o seu funcionamento, faz-se injeção normal de certa quantidade de óleo *diesel*, que funciona como chama-piloto, sendo o etanol introduzido via carburação. Em alguns motores, pode-se chegar a 80% de etanol e 20% de óleo *diesel*.

Uso exclusivo em motores convertidos

Os motores a gasolina podem ser adaptados para o uso do álcool, desde que sejam modificados alguns de seus fatores técnicos, tais como taxa de compressão, aquecimento prévio do coletor de admissão, redimensionamento de carburação, curvas de avanço de ignição e mudanças no sistema de partida a frio. Entretanto, para uma conversão satisfatória, são necessários conhecimentos específicos dos valores técnicos dos sistemas modificados.

Características dos combustíveis

As mais importantes são as seguintes:

• volatilidade – é a tendência que possui um líquido de passar desse estado ao gasoso em qualquer temperatura. Esta característica permite dar partida no motor em tempo frio;

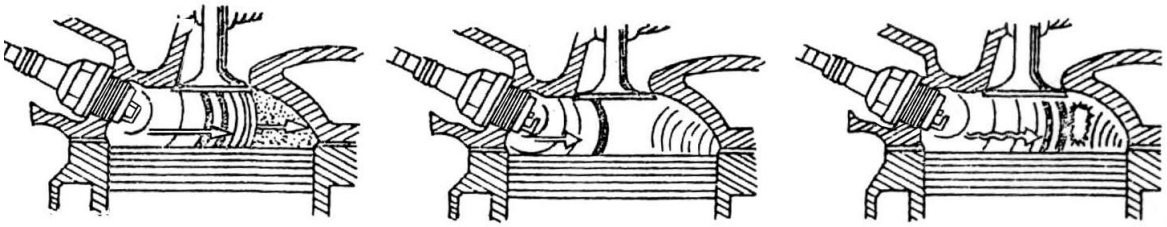
• velocidade de inflamação – é o tempo que o combustível leva para se inflamar completamente. esse fenômeno incide diretamente nas curvas de avanço de ignição dos motores;

• resistência a detonação – é a capacidade do combustível em resistir a auto inflamação. essa propriedade é caracterizada pelo grau de octanas, ou seja, a quantidade de elementos antidetonantes (isoctano) em relação ao haptano normal, considerado altamente detonante.

Fenômenos da detonação

Quando o motor é submetido a cargas superiores à sua capacidade real, ocorre um fenômeno em seu interior que se manifesta através de ruído semelhante a um batido metálico, comumente conhecido como batida de pino. Isso ocorre devido ao aumento brusco da temperatura do motor, formando pontos quentes no interior da câmara de explosão, e que provocam a queima de gases em sentido contrário ao da chama criada pela centelha da vela de ignição em seu funcionamento normal. Esse fenômeno, também chamado de detonação, traz como conseqüências perda de potência, aquecimento do motor e danos interiores.

A fig. 11 ilustra a seqüência do fenômeno da detonação no interior do cilindro.



propagação normal das ondas de calor

propagação das ondas de calor em detonação

choque térmico entre as ondas de calor

Fig. 11

Para evitar que se produza esse tipo de fenômeno, os fabricantes de combustível, principalmente de gasolina que contém baixo índice de octanos, fazem uso de uma mistura de elementos antidetonantes, sendo a mais comum a adição de álcool etílico anidro.

O grau de octanagem de um combustível é determinado por ensaios em laboratório através de um motor de prova.

Por ser o combustível um elemento altamente inflamável, recomendamos alguns cuidados para a sua utilização, tais como:

• deve ser mantido em depósitos fechados, em lugares bem-ventilados e longe de elementos que possam produzir calor, chamas ou centelhas;

• em caso de sua inflamação, devem ser usados extintores à base de espuma, pó químico ou anídrido carbônico. em nenhum caso se deve empregar a água, já que isso ajuda a estender o fogo;

- o contato da gasolina com a pele produz ressecamento e dermatite (inflamação da pele);
- a ingestão da gasolina causa envenenamento;
- a inalação da gasolina produz torpor e inconsciência, e os gases de sua combustão são venenosos por causa do monóxido de carbono que contêm. Por tal motivo, deve-se evitar colocar motores em funcionamento em lugares fechados ou de pouca ventilação.

Tanque de combustível

É o responsável pelo armazenamento do combustível necessário para manter a motocicleta em funcionamento por um período determinado. Geralmente, é fabricado com aço de baixo teor de carbono, acrescido de tratamento especial, para evitar ferrugem ou sulfatização. No entanto, existem tanques fabricados em alumínio ou *fiberglass*, também usados em alguns tipos de motocicleta.

A fig. 12 ilustra um tanque de combustível normalmente utilizado em motocicletas.

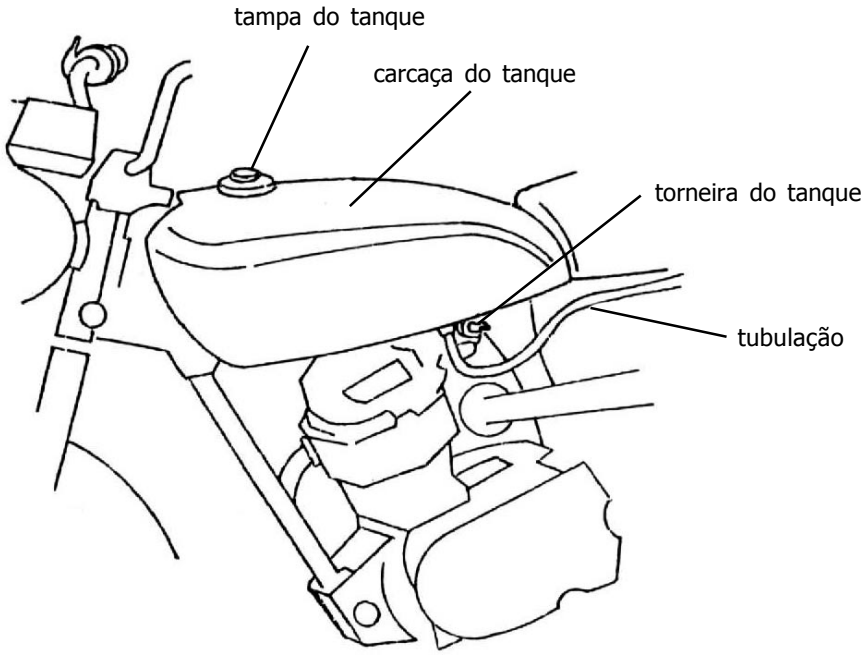


Fig. 12

O tanque de combustível exerce papel fundamental no sistema de alimentação.

Para que o motor funcione em perfeito estado, é necessário que esteja com o seu interior limpo e sua tubulação em boas condições de uso.

No orifício de saída, normalmente existe uma torneira de controle de fluxo de combustível para o carburador, a qual tem três posições de funcionamento. A primeira é a de OFF ou fechada, que não

permite a passagem de combustível para o carburador, devendo sempre ser usada, quando a motocicleta estiver com o motor desligado. Esse procedimento evita o afogamento e prolonga a vida útil da bóia do carburador. A segunda posição é a de marcha da motocicleta. Nesta posição, o carburador desce, naturalmente, e alimenta o carburador na quantidade necessária para o funcionamento do motor, até atingir o consumo total do tanque. A terceira posição é a de reserva, que permite ao motociclista trafegar com o combustível que resta no fundo do tanque, proporcionando margem de segurança de alguns quilômetros até um novo abastecimento.

A fig. 13 ilustra uma torneira de tanque e as posições de montagem.

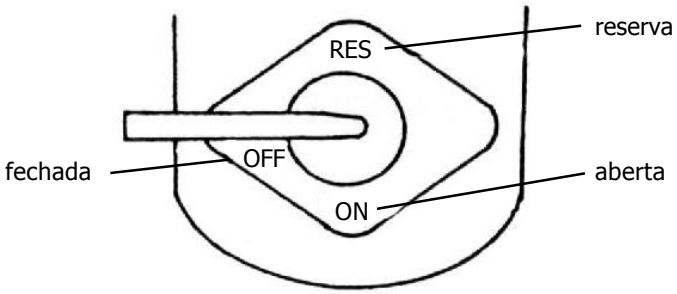


Fig. 13

O tanque fornece gasolina para o funcionamento do motor através da força de gravidade, uma vez que se encontra localizado num plano superior ao do carburador, e, assim, o combustível desce naturalmente sem a necessidade de uma bomba de sução como no motor de automóveis.

Tubulação do tanque para o carburador

A tubulação é feita geralmente de plástico ou borracha, porque estes materiais possuem características de maleabilidade, ajustando-se perfeitamente às curvas, além de não enferrujar.

De acordo com o tempo de uso, as tubulações plásticas devem ser substituídas, pois se enrijecem, tornando-se quebradiças, dificultando o trabalho do mecânico e causando vazamentos.

Tampa do tanque

É elemento importante no funcionamento do fluxo de combustível para o carburador e na vedação do tanque.

Para evitar a pressão do combustível no interior do tanque, deve haver ventilação através de alguns furos que não possibilitem a saída de líquido, mas sim a do gás produzido pelo combustível.

Deve, ainda, haver uma junta de borracha, para evitar vazamentos.

O quadro a seguir apresenta os passos básicos a serem levados em conta na operação de recondicionamento do sistema de alimentação (fig. 14).

Recondicionamento do sistema de alimentação

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Coloque a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, chave de fenda, ferramentas especiais, elementos de limpeza, motocicleta completa
2	Limpe o tanque de combustível.	
3	Desmonte o carburador.	
4	Inspecione os elementos do carburador.	
5	Monte o carburador.	
6	Monte o cabo do acelerador.	
7	Faça funcionar o motor da motocicleta.	
8	Regule o carburador.	
9	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Sistema de freios

Nesta Seção...

Fluido de freios ◀

Tubulações ◀

Mecanismo do freio da roda dianteira ◀

Mecanismo do freio da roda traseira ◀

8

Fluido de freios

É utilizado no sistema de freio hidráulico, sendo muito importante para o bom funcionamento dele. Tem por missão transmitir, de forma instantânea, a pressão do cilindro-mestre para o cilindro da roda.

Classificação

Os líquidos do freio, geralmente constituídos por uma combinação de álcool com óleos de origem vegetal, classificam-se, de acordo com as condições de trabalho, em: líquido para trabalho leve, pesado e extrapesado. Na atualidade, principalmente devido às maiores velocidades desenvolvidas pelos veículos, os fabricantes recomendam utilizar, unicamente, fluidos para trabalho pesado e extrapesado.

Características

Em função do importante papel que o líquido desempenha no funcionamento do sistema de freios, existem normas que estabelecem um mínimo de requisitos a considerar para os seus distintos usos.

São as seguintes as características de um bom líquido de freio:

• ter propriedades anticorrosivas;

• apresentar ponto de evaporação superior à temperatura ambiente de trabalho dos freios;

• manter-se em estado líquido mesmo sobre as mais baixas temperaturas;

• possuir propriedades lubrificantes;

• apresentar total ausência de sedimentação em barras que possam obstruir o trabalho dos freios;

• manter suas propriedades inalteradas ao longo do tempo.

Condições de uso

Ao verificar a necessidade de complementação do líquido de freio no reservatório do sistema, devem-se utilizar somente os fluidos recomendados pelos fabricantes. Em caso de indisponibilidade destes líquidos, recomenda-se não misturar com o já existente.

Nestes casos, deve-se esvaziar o sistema, lavá-lo com álcool anidro e enchê-lo com líquido novo de características conhecidas.

O líquido dos freios sofre contaminação com o uso, o que diminui suas qualidades básicas, motivo pelo qual é aconselhável limpar o sistema e trocar o líquido periodicamente.

Tubulações

São tubos usados para conduzir fluido nos sistemas de alimentação, lubrificação e freios das motocicletas.

Classificação

Classificam-se em dois grupos: rígidas e flexíveis. As tubulações rígidas são de cobre, alumínio, latão ou bronze. As flexíveis são de material sintético ou de borracha.

Características e aplicações

As tubulações de aço são revestidas com uma película de cobre e estanho (cobreadas ou estanhadas), para evitar a oxidação. São usadas principalmente no circuito hidráulico dos freios e em motores com sistemas de injeção, por estarem submetidas a pressões muito elevadas.

As tubulações de cobre têm vantagens em relação às de aço, porque não se oxidam e são mais dúcteis e maleáveis. Não são recomendáveis para circuitos hidráulicos submetidos a pressões muito elevadas. Utilizam-se, freqüentemente, nos sistemas de alimentação e de lubrificação, bem como na conexão de alguns acessórios em que as pressões são relativamente baixas.

As tubulações flexíveis são fabricadas em várias lâminas de material sintético, especialmente tratado, que absorvem os movimentos produzidos entre o quadro do chassi e as rodas, ou entre o motor e o quadro do chassi (fig. 1).

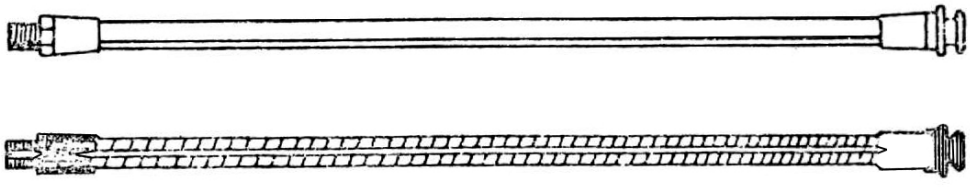


Fig. 1

Conexões das tubulações

São fabricadas, geralmente, de aço ou bronze, e construídas para formar uma união forte e hermética com as tubulações e os tubos flexíveis. As conexões envolvem a tubulação na extremidade da união e asseguram uma ligação firme, para resistir a pressões mais elevadas. Além disso, o flangeado duplo de sua extremidade, junto com a ação de cunha da conexão e com a diferença nos ângulos, elimina a possibilidade de que a tubulação se solte (fig. 2).

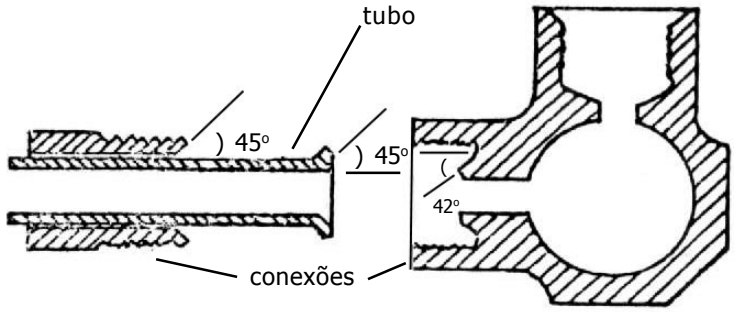


Fig. 2

Manutenção

As tubulações requerem inspeção periódica, para detectar possíveis avarias, já que podem estar dobradas, tapadas ou com vazamentos, ocasionando diminuição da pressão ou mau funcionamento de determinado sistema da motocicleta.

As tubulações danificadas devem ser trocadas por outras do mesmo diâmetro, forma e comprimento.

Sendo necessário trocar uma tubulação de freio, deve-se ter o cuidado de limpar seu interior com álcool antes da montagem.

Mecanismo do freio da roda dianteira

É o elemento que tem por finalidade parar a motocicleta total ou parcialmente, através da roda dianteira. Seu funcionamento pode ser mecânico (a tambor e a disco) ou hidráulico, conforme apresentado a seguir.

Sistema de freio mecânico a tambor

Constituição

É constituído por alavanca de acionamento do freio dianteiro (manete), dispositivo de regulagem da folga da alavanca de acionamento do freio dianteiro, cabo de freio e dispositivo de regulagem do braço do freio dianteiro (fig. 3).

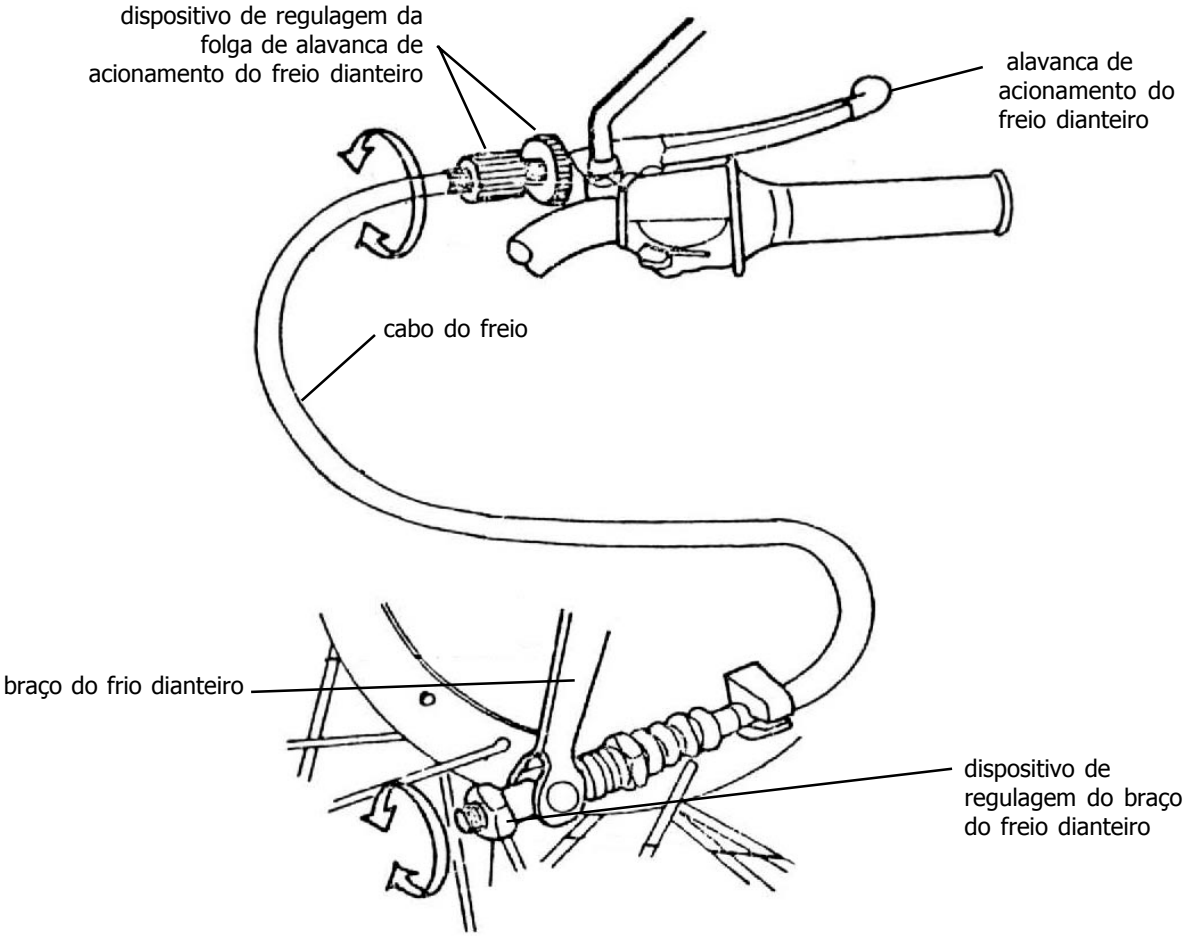


Fig. 3

A alavanca de acionamento do freio dianteiro, quando pressionada pela mão direita do condutor, aciona o mecanismo do freio dianteiro.

O dispositivo de regulagem da folga da alavanca de acionamento do freio dianteiro ajusta o curso da alavanca para o valor estipulado pelo fabricante. É também conhecido como *ajuste fino do freio dianteiro*.

O cabo de freio é construído em aço e funciona dentro de uma capa protetora flexível, feita de arame revestido de plástico. Pela facilidade do contorno e grande resistência, os cabos são utilizados tanto para acionamento do freio dianteiro quanto para a embreagem nas motocicletas.

O dispositivo de regulagem do braço do freio dianteiro regula a distância entre as sapatas do freio e o tambor. É conhecido, também, como ajuste grosso do freio dianteiro.

Funcionamento

Quando a motocicleta está em movimento e o freio em repouso, as molas das sapatas do freio mantêm as sapatas sobrepostas sobre o excêntrico de acionamento do freio (fig. 4).

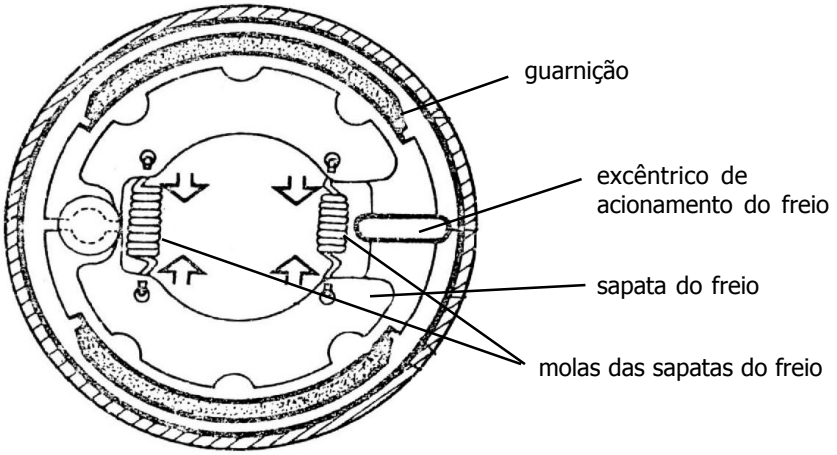


Fig. 4

No momento em que o condutor deseja diminuir a velocidade ou parar a motocicleta, ele pressiona a alavanca de acionamento do freio. Nesse instante, o cabo de freio aciona o braço do freio dianteiro, o qual movimenta o excêntrico de acionamento do freio. Como as sapatas do freio estão sobrepostas sobre o excêntrico, expandem-se provocando o atrito das guarnições contra o tambor de freio (fig. 5), até a parada total do veículo.

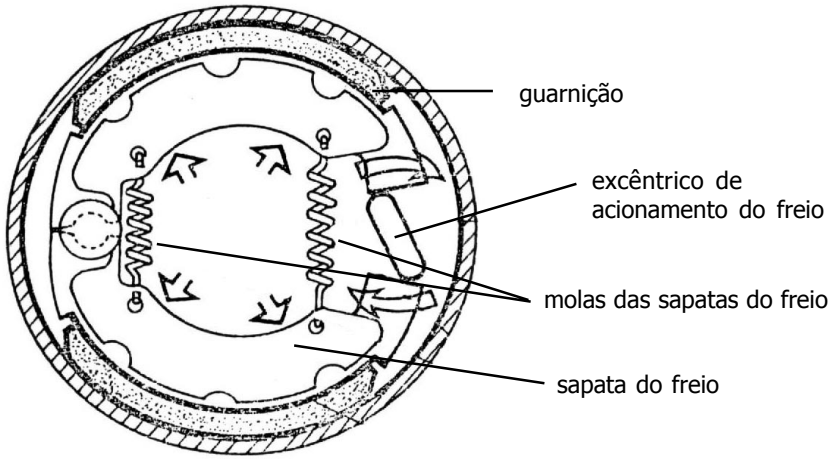


Fig. 5

Sistema de freio mecânico a disco

Constituição

Algumas motocicletas são equipadas com um dispositivo de freio a disco que difere totalmente dos sistemas convencionais. Para melhor entendimento, ilustramos com a fig. 6 os componentes desse sistema.

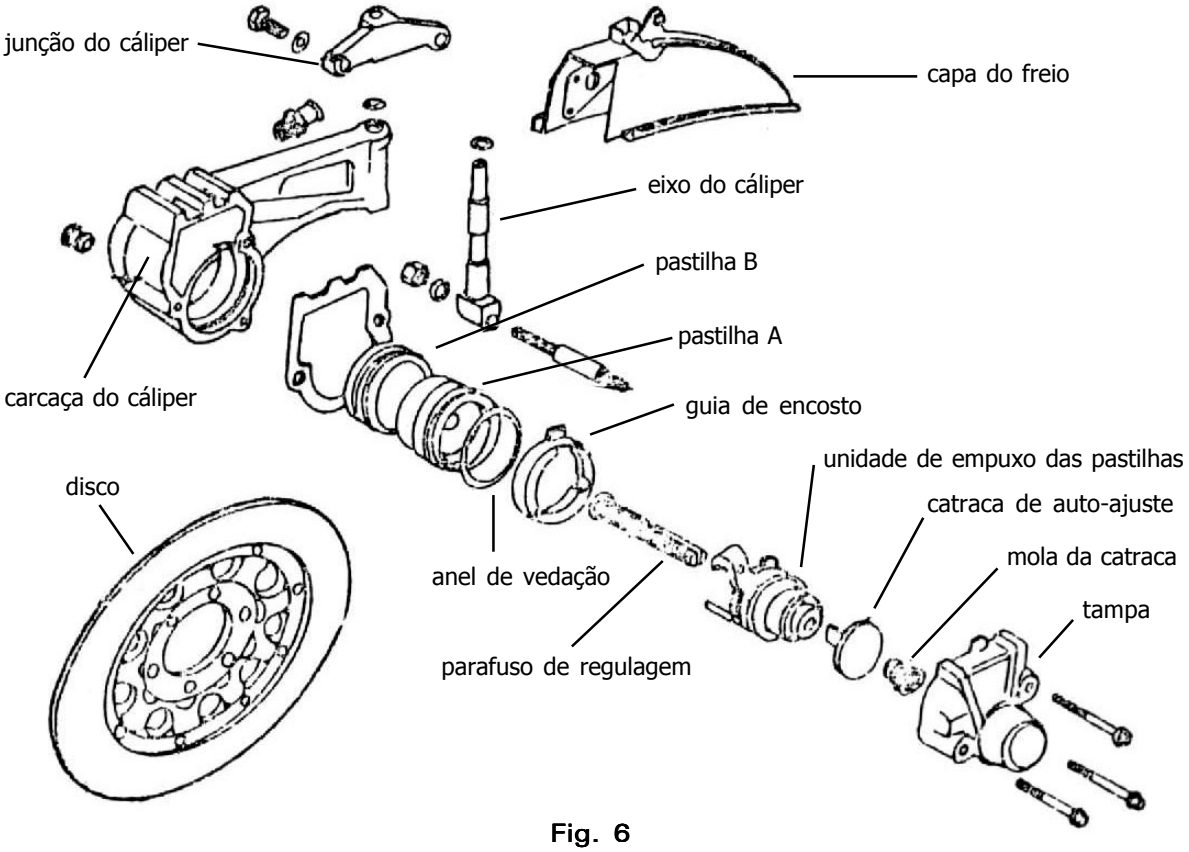


Fig. 6

Quando o condutor deseja parar a motocicleta, pressiona a alavanca de acionamento do freio, o qual movimenta o cabo do freio. Este movimenta a unidade de empuxo das pastilhas. Em razão de tal unidade possuir dispositivo de expansão, a guia de encosto força a pastilha A a movimentar-se contra o disco. Como a carcaça do cáliper flutua livremente sobre seu eixo, o esforço da pastilha A passa a ser exercido, também, sobre a pastilha B, fazendo com que o disco fique prensado entre as duas pastilhas (fig. 7).

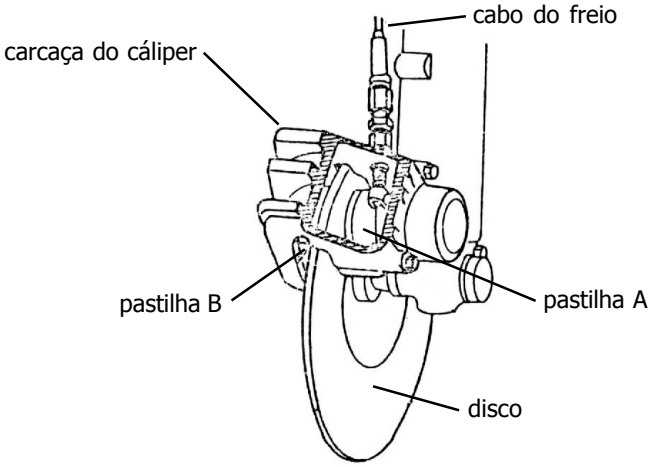


Fig. 7

Esse sistema dispensa a regulagem do freio, pois existe uma catraca de auto-ajuste que faz com que as pastilhas fiquem sempre próximas ao disco.

Sistema de freio hidráulico

Constituição

Consiste, essencialmente, em um cilindro-mestre com seu reservatório de compressão de fluido, no cilindro do freio da roda, em tubulações e no fluido de freio.

Seu funcionamento baseia-se no princípio de Pascal, ou seja, a pressão exercida sobre um líquido contido em um recipiente fechado propaga-se neste líquido em todas as direções, de modo uniforme.

Comumente, o sistema de freio hidráulico nas motocicletas é do tipo freio a disco pela presteza de frenagem e facilidade de manutenção.

Cilindro-mestre

É o mecanismo do sistema de freios que, auxiliado por um circuito hidráulico, impulsiona o líquido de freio na pressão e quantidade necessária ao cilindro da roda.

Funcionamento

Ocorre através de comando manual que, ao ser acionado, desloca um êmbolo, enviando o líquido de freio sob pressão através de um tubo ligado diretamente ao cilindro da roda.

Descrição

O cilindro-mestre da motocicleta é uma peça compacta, fixada no guidão, onde se encontra montado o reservatório de óleo. Seu comando manual é ligado à haste de acionamento por meio de um pino de segurança. A fig. 8 ilustra um conjunto de freio hidráulico usado nas rodas dianteiras de algumas motocicletas com seus componentes.

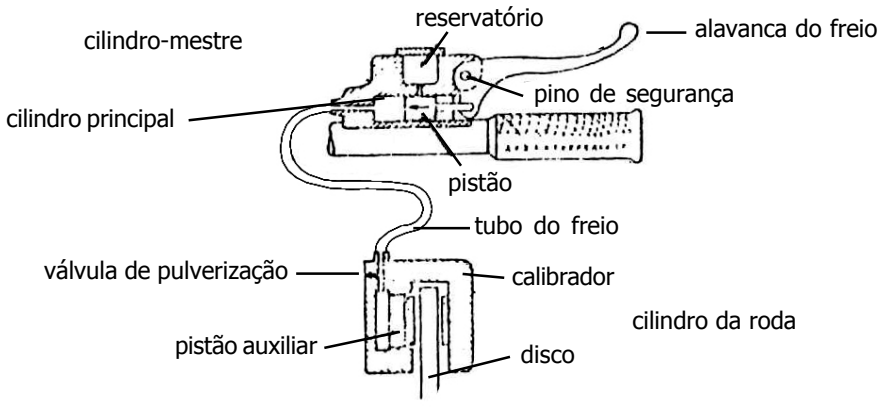


Fig. 8

Recondicionamento do freio de roda dianteira

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Coloque a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave de fenda, martelo de plástico, alicate de bico, alicate universal, elementos de limpeza motocicleta completa
2	Retire a roda dianteira.	
3	Desmonte o conjunto de freio da roda dianteira.	
4	Inspecione o conjunto de freio da roda dianteira.	
5	Monte o conjunto de freio da roda dianteira.	
6	Instale a roda dianteira.	
7	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Mecanismo do freio da roda traseira

Possui as mesmas características do mecanismo da roda dianteira exceto o sistema de acionamento.

Em geral, o acionamento do freio da roda traseira ocorre mediante ação de um pedal ligado ao braço de acionamento das sapatas por uma vareta. A exceção é para algumas motocicletas de grande porte que utilizam um sistema de freio a disco na roda traseira, acionado por um mecanismo hidráulico ligado ao pedal de freio.

Constituição

A fig. 9 apresenta os elementos que compõem o mecanismo do freio da roda traseira.

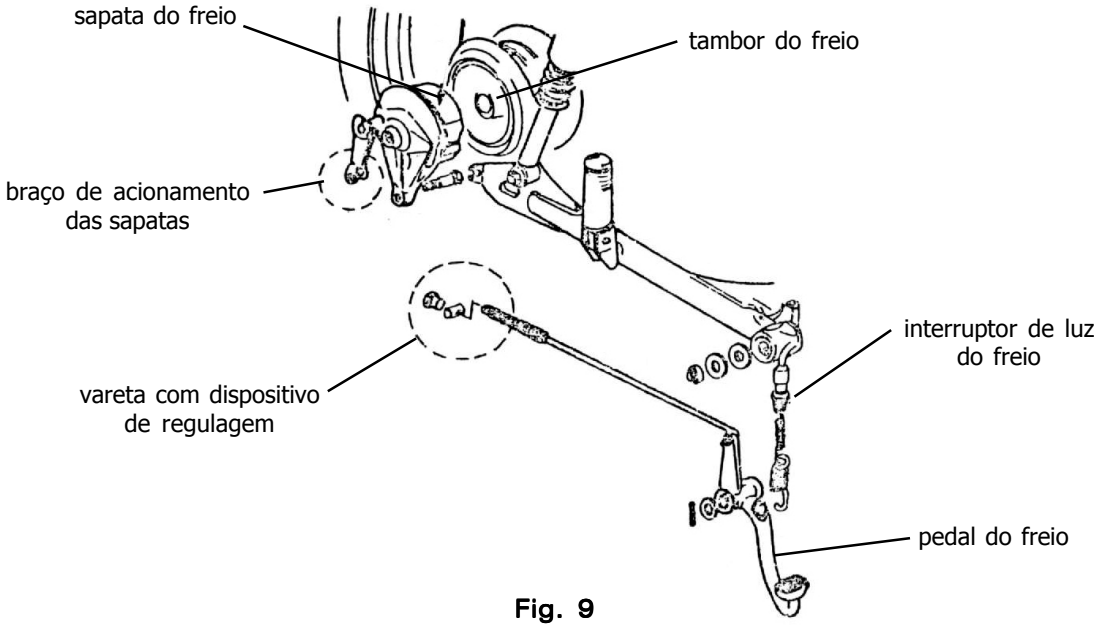


Fig. 9

Tambor do freio

Geralmente é fundido no cubo da roda traseira e tem características idênticas às do tambor do freio dianteiro. Sua superfície de contato com as guarnições das sapatas sofre desgaste ao longo do tempo, provocado pelo atrito entre ambos. Neste caso, aconselha-se sua substituição, e não tentativa de reaproveitamento, haja vista que uma retífica reduz sensivelmente sua resistência, além de comprometer a segurança do condutor da motocicleta.

Sapata do freio

Tem forma semicircular para melhor contatar-se com o tambor do freio. Na parte superior da sapata, encontra-se a guarnição do freio, ligada a ela por colagem ou rebitagem. As sapatas ou freios são apoiados ao espelho do freio traseiro pela ação de duas molas que também funcionam como recuperadoras do retorno das sapatas à sua posição de origem após a frenagem.

Braço de acionamento das sapatas

É fixado ao excêntrico acionador das sapatas por meio de um eixo estriado. Seu papel no sistema é similar ao de uma alavanca, ou seja, ligado ao pedal por uma vareta, movimenta o excêntrico, que aciona as sapatas.

Vareta com dispositivo de regulagem

É o elemento de ligação entre o pedal de freio e o braço de acionamento das sapatas. De um lado, é ligada ao pedal e travada por meio de uma cupilha. De outro, liga-se ao braço de acionamento das sapatas por um dispositivo de regulagem, formado por uma superfície roscada, mola de retorno, articulação e porca de regulagem, que permitem ajustar o curso do pedal do freio traseiro.

Interruptor da luz do freio

É ligado ao pedal do freio por uma mola. Sua função é de alertar terceiros, sinalizando a motocicleta, sempre que o freio é acionado.

Pedal do freio

Sua posição de montagem e forma estrutural ajustam-se satisfatoriamente ao pé do condutor, permitindo, assim, o acionamento do mecanismo do freio. A intensidade de frenagem depende exclusivamente da força aplicada ao pedal.A fig. 10 apresenta os passos básicos da operação de recondicionamento do freio da roda traseira.

Recondicionamento do freio da roda traseira

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Coloque a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave de fenda, martelo de plástico, alicate de bico, alicate universal, elementos de limpeza, motocicleta completa
2	Retire a roda traseira.	
3	Desmonte o conjunto de freio da roda traseira.	
4	Inspecione o conjunto de freio traseiro.	
5	Monte o conjunto de freio da roda traseira.	
6	Instale a roda traseira.	
7	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Sistema de suspensão

Nesta Seção...

Coluna de direção ◀
Suspensão dianteira ◀
Suspensão traseira ◀

9

Coluna de direção

Coluna de direção é o tubo da parte de cima do chassi da motocicleta onde se prende o conjunto do garfo dianteiro da suspensão. Sua principal função é permitir ao condutor da motocicleta girar o guidão para a esquerda ou para a direita, facilitando o controle direcional e o seu equilíbrio, quando o veículo está em movimento. A fig. 1 ilustra uma coluna de direção em corte montada na motocicleta e os componentes.

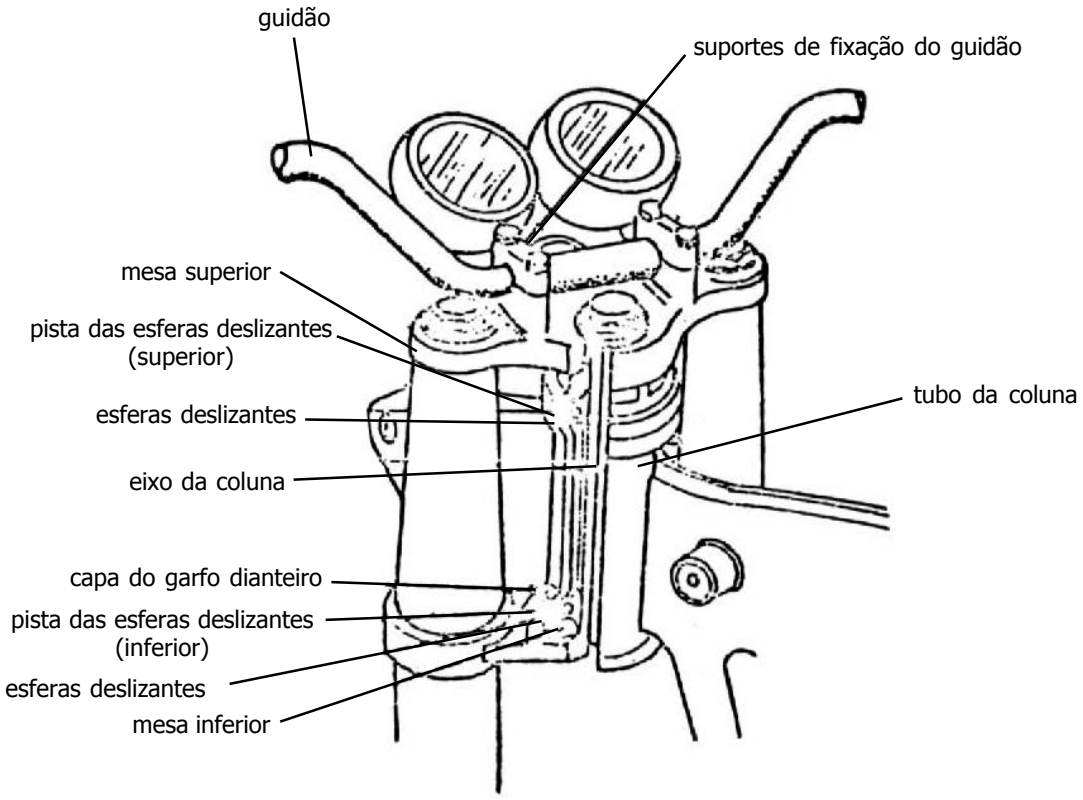


Fig. 1

Constituição

A coluna de direção das motocicletas é constituída pelos elementos constantes da fig. 2.

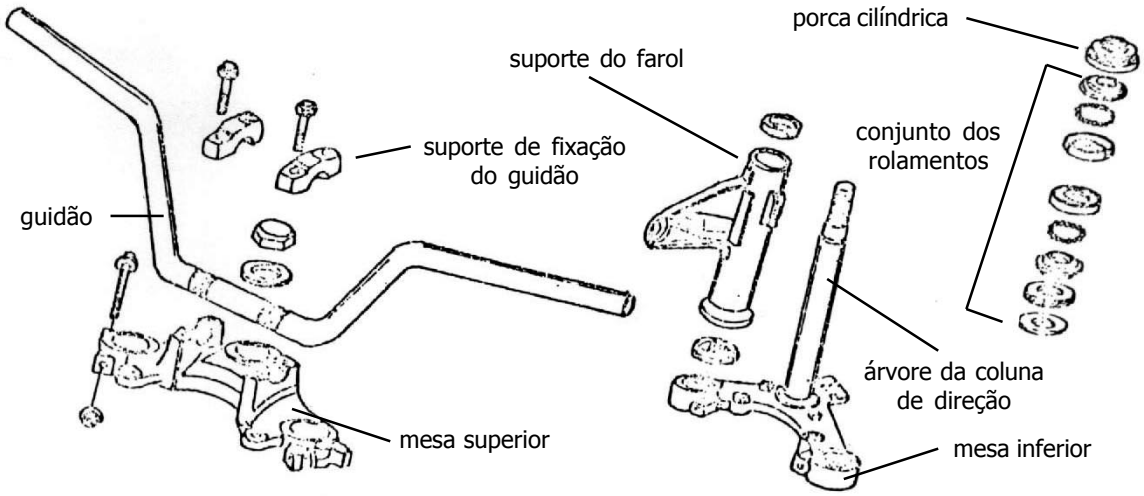


Fig. 2

Suporte de fixação do guidão

São braçadeiras estriadas que prendem o guidão na mesa superior, permitindo posicioná-la de acordo com as exigências do condutor.

Guidão

É uma barra de ferro cromada de forma geométrica variada, que serve de apoio às mãos do condutor e para direcionar a motocicleta. Em suas extremidades, encontram-se os punhos e comandos do freio dianteiro, acelerador, embreagem, sistema elétrico e espelhos retrovisores.

Mesa superior

Serve de apoio para o guidão e as colunas do garfo da suspensão dianteira, sendo fixada ao eixo da coluna por uma porca situada em sua parte central.

Suporte do farol

É um tubo metálico que, além de servir como suporte para o farol, apóia também as sinaleiras e serve, ainda, de capa protetora do garfo da suspensão dianteira.

Mesa inferior

Sua função é idêntica à da mesa superior, no entanto é fundida junto com a árvore da coluna de direção. O conjunto de rolamentos é do tipo pista deslizante, composto por esferas metálicas, pistas deslizantes e arruelas de encosto. Sua função é facilitar o movimento da coluna, quando direcionada pelo condutor.

Porca cilíndrica

Ajusta a pré-carga dos rolamentos de acordo com a recomendação do seu fabricante.

Geometria de direção

Denomina-se geometria de direção a todos os ângulos que formam o equilíbrio de movimento dos veículos. Como a maioria das motocicletas são biciclos, ou seja, são dotadas de apenas duas rodas, a geometria de direção não exerce tanta influência no equilíbrio do condutor, quanto exerce na estabilidade direcional dos veículos de quatro rodas. No entanto, destacamos o ângulo de *caster* ou ângulo de inclinação existente na coluna de direção das motocicletas. Este ângulo é descrito por uma linha vertical imaginária que passa pelo centro do ponto de contato do pneu com o solo, em relação a outra linha imaginária inclinada que passa pelo centro do ponto de fixação do chassi na coluna de direção, conforme ilustra a fig. 3.

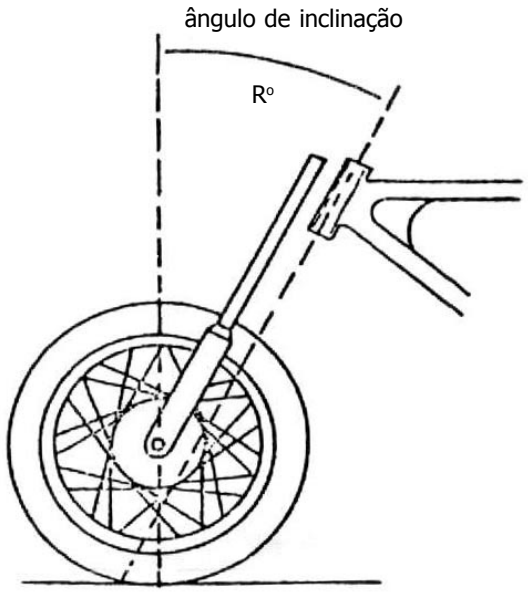


Fig. 3

Sua função é manter a roda dianteira da motocicleta sempre em linha reta para a frente, contribuindo, dessa forma, tanto para o equilíbrio do condutor quanto para facilitar a transposição de obstáculos.

Podemos comparar os efeitos desse ângulo com o que acontece com o carrinho usado nos supermercados ou outro móvel dotado de rodízios similares. Nota-se que, quando empurramos, os

rodízios tendem a se manter em linha reta à direção do movimento, conforme mostra a fig. 4.

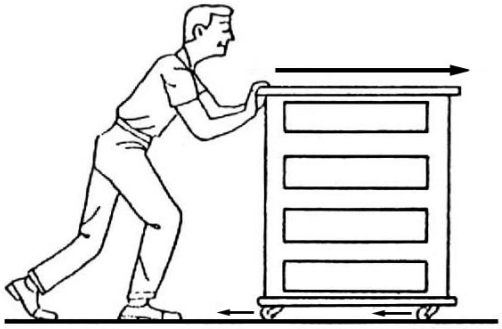


Fig. 4

Graças à existência desse ângulo, é que se possibilita a pilotagem da motocicleta com as mãos afastadas do guidão, embora isso não seja recomendável.

Deve-se salientar que não é apenas o ângulo de inclinação que contribui para o equilíbrio e a estabilidade direcional das motocicletas. Existem outros fatores, como a giroscopia, instinto natural de equilíbrio do condutor, tamanho das rodas, centro de gravidade, altura livre do solo, distância entre os eixos, etc., todos com importante parcela de contribuição para facilitar a pilotagem da motocicleta.

Suspensão dianteira

É encarregada de amortecer as trepidações ocasionadas pelas irregularidades do solo, além de propiciar maior estabilidade e conforto ao condutor da motocicleta.

As primeiras motocicletas não tinham suspensão. As rodas eram montadas, rigidamente, no garfo do chassi de modo semelhante a uma bicicleta.

A primeira mudança de que se tem notícia foi o surgimento de uma suspensão dianteira dotada de mola helicoidal que revestia o garfo (fig. 5).

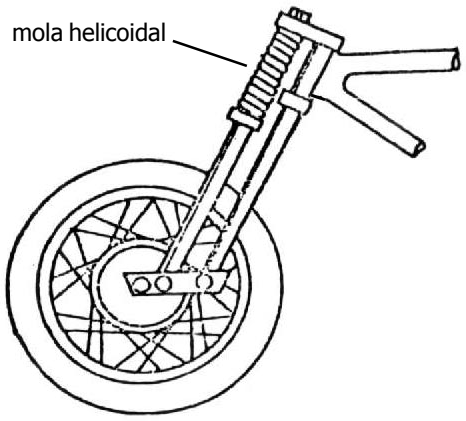


Fig. 5

Basicamente, estas foram as suspensões dianteiras usadas nas motocicletas até o fim da Segunda Guerra Mundial. No início da década de cinqüenta, surgiu, na Inglaterra, um tipo de suspensão dianteira com garfos telescópicos que constituiu grande avanço tecnológico na evolução da motocicleta, principalmente pela maleabilidade e leveza no manuseio. Esse sistema conquistou a preferência dos consumidores, o que levou, praticamente, todos os fabricantes de motocicletas a adotá-lo em seus modelos (fig. 6).

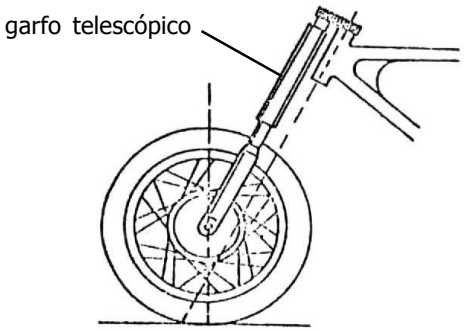


Fig. 6

Constituição da suspensão dianteira por garfos telescópicos

Basicamente, esse tipo de suspensão é constituído por um amortecedor hidráulico desmontável e uma mola helicoidal que formam uma única peça para cada lado da roda. A fig. 7 ilustra uma vista explodida de um dos lados do garfo, destacando os seus elementos

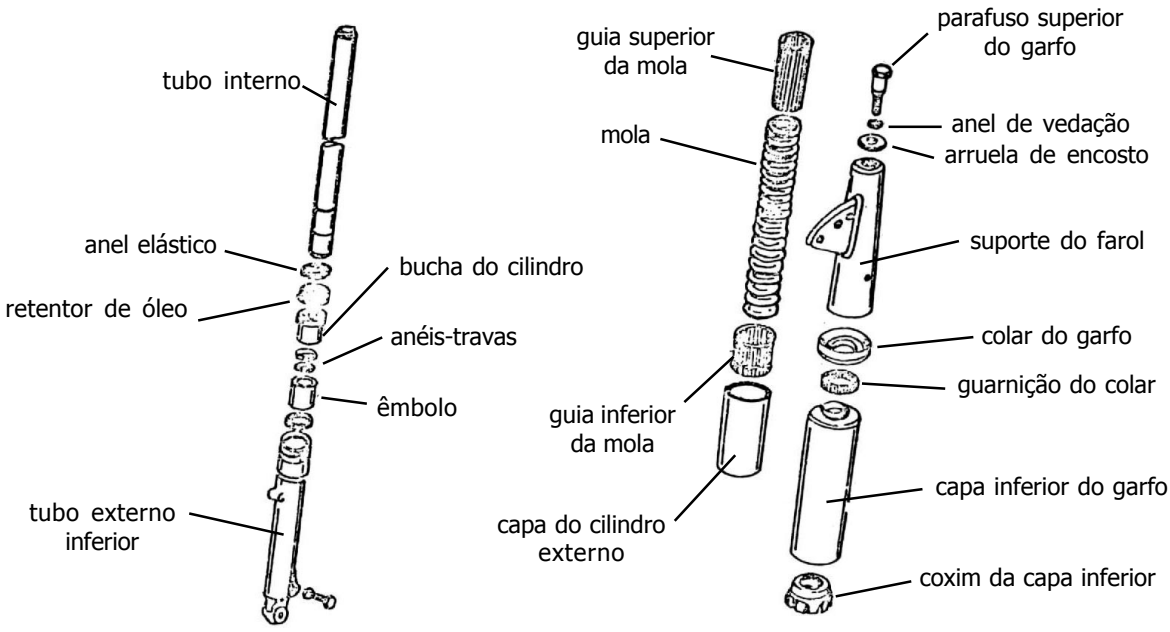


Fig. 7

Ainda no campo da evolução tecnológica, destaca-se a suspensão tipo Cerianni, que deriva das tradicionais suspensões por garfos telescópicos. Sua principal diferença é a colocação da mola helicoidal no interior do tubo, ao contrário da suspensão tradicional, cuja mola é montada na parte externa dele e

protegida por uma capa. A introdução da mola no interior do tubo tem como vantagem a eliminação de ruídos inconvenientes, provocados pelo contato da capa com a mola no sistema tradicional.

A fig. 8 ilustra uma vista explodida de um dos lados do garfo telescópico tipo Cerianni.

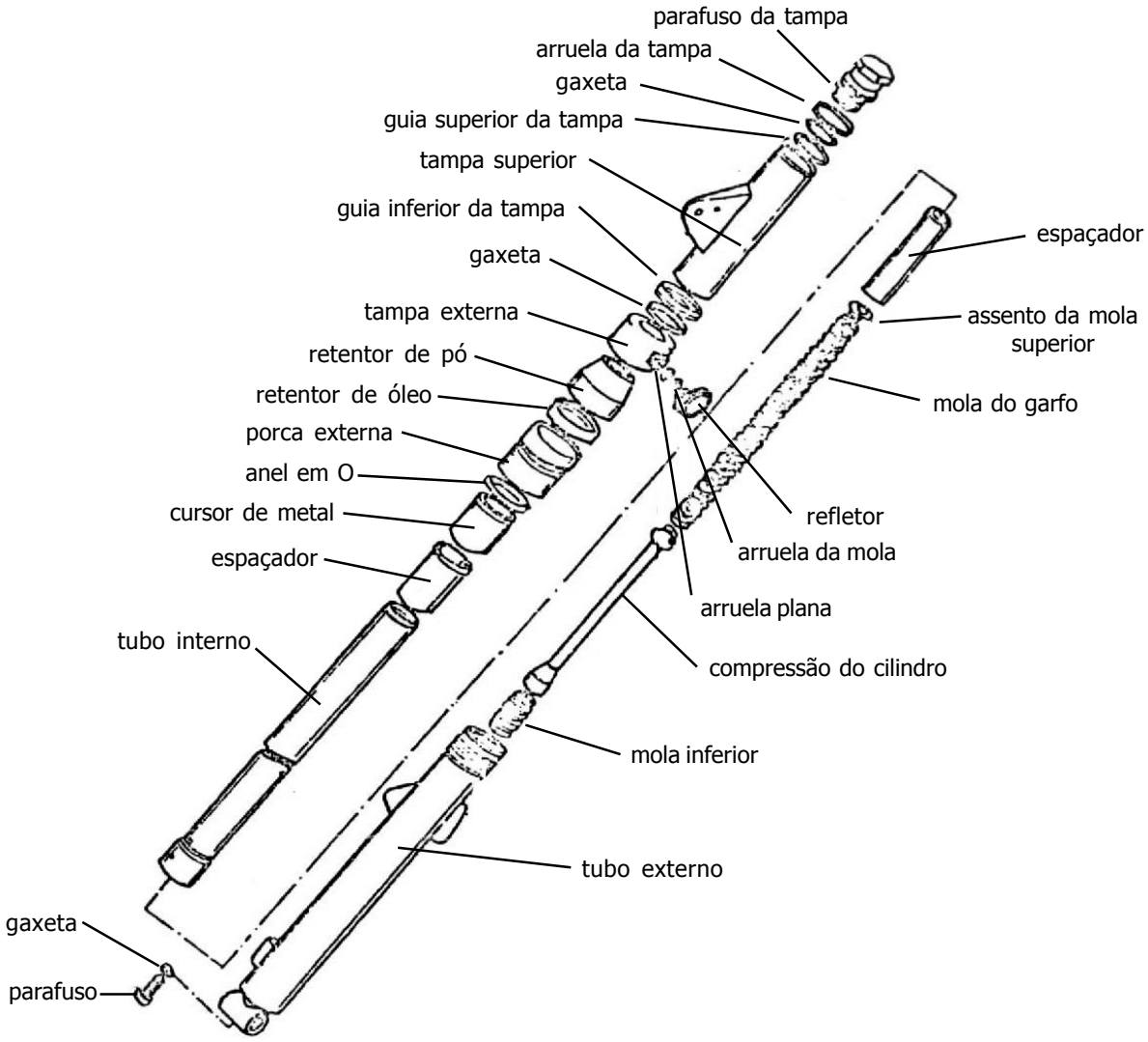


Fig. 8

Conjunto mola e amortecedor da suspensão dianteira

Tanto no sistema tradicional como no sistema Cerianni, o amortecimento das oscilações, provocado pela ação da mola helicoidal, é feito obedecendo aos princípios do amortecimento hidráulico.

Ao transpor uma irregularidade no solo, a tendência normal da mola helicoidal é comprimir-se em razão do choque entre a força de retração da roda e a inércia do peso ocasional da motocicleta. Como conseqüência da compressão da mola, há distensão dela no retorno à posição de origem, que pode impulsionar violentamente a motocicleta para cima, desequilibrando o condutor.

Para amenizar os efeitos da compressão e distensão da mola, utiliza-se um amortecedor hidráulico desmontável, acoplado a cada uma das colunas do garfo da suspensão dianteira, formando uma única peça.

A seguir, os passos básicos da operação de recondicionamento do garfo da suspensão dianteira.

Recondicionamento do garfo da suspensão dianteira

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Coloque a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, alicate, ferramentas especiais para a retirada do parafuso tipo Hallen, elementos de limpeza, motocicleta completa
2	Retire a roda dianteira.	
3	Desmonte o conjunto do garfo da suspensão dianteira.	
4	Inspecione os elementos do garfo da suspensão dianteira.	
5	Monte o garfo da suspensão dianteira.	
6	Instale a roda dianteira.	
7	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Suspensão traseira

Tal qual a suspensão dianteira, a suspensão traseira das motocicletas vem sofrendo modificações ao longo do tempo. Originalmente, as primeiras motocicletas não eram dotadas de suspensão. Com o surgimento das primeiras suspensões dianteiras, os fabricantes de motocicletas procuraram amenizar os efeitos das irregularidades do solo na roda traseira utilizando pneus mais largos e molas no selim, conforme mostra fig. 9.

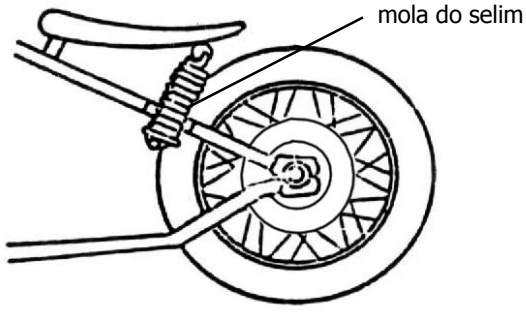


Fig. 9

Esta solução perdurou até meados de 1945, quando a fábrica Triumph lançou um tipo de suspensão baseado no uso de um conjunto de pequenos dispositivos de amortecimento por pistão e mola, instalados entre a roda traseira e a seção rígida do chassi. Esse sistema permitiu um pequeno curso vertical da roda traseira, absorvendo parte das oscilações provocadas pelas irregularidades do terreno.

Do funcionamento da suspensão por pistão, surgiu a suspensão de balancim, que, aperfeiçoada, passou a ser usada universalmente pela maioria dos fabricantes de motocicleta. A fig. 10 ilustra um tipo comum de suspensão por balancim.

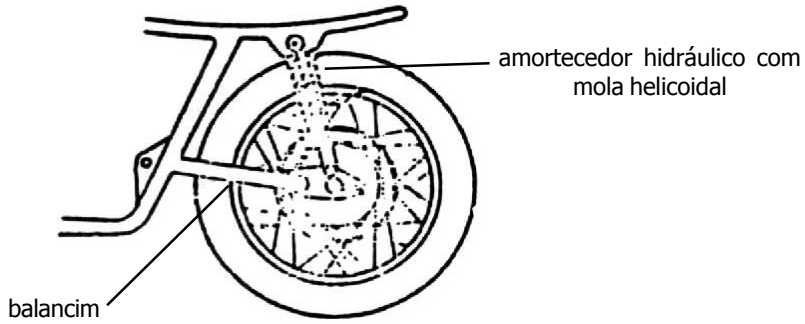


Fig. 10

Esse tipo de suspensão caracteriza-se pela colocação de um garfo articulado na parte inferior do chassi, bem atrás da zona de transmissão, e um amortecedor hidráulico de dupla ação com mola helicoidal revestindo a sua parte superior, sustentando verticalmente a parte superior traseira do chassi da motocicleta.

A popularização da motocicleta e a multiplicidade do seu uso provocaram diversas mudanças na suspensão traseira, visando a proporcionar maior estabilidade e conforto aos usuários. Entre essas mudanças, destaca-se a suspensão *mono-chocker*, utilizada, principalmente, em motocicletas para competição. O que faz diferir essa suspensão das demais é o fato de ser dotada de uma única mola helicoidal com amortecedor hidráulico, situada no centro do garfo oscilante, e de um conjunto de braços articulados que se movimentam junto com o garfo, variando progressivamente o movimento do amortecedor.

Tal variação progressiva, caracterizada pela mudança de proporção entre o curso do eixo traseiro e o curso do amortecedor, permite maior aderência ao solo, maior capacidade de absorção de impactos e eliminação da vibração da roda traseira em terrenos acidentados. A fig. 11 ilustra um conjunto de suspensão *mono-chocker* e os respectivos componentes.

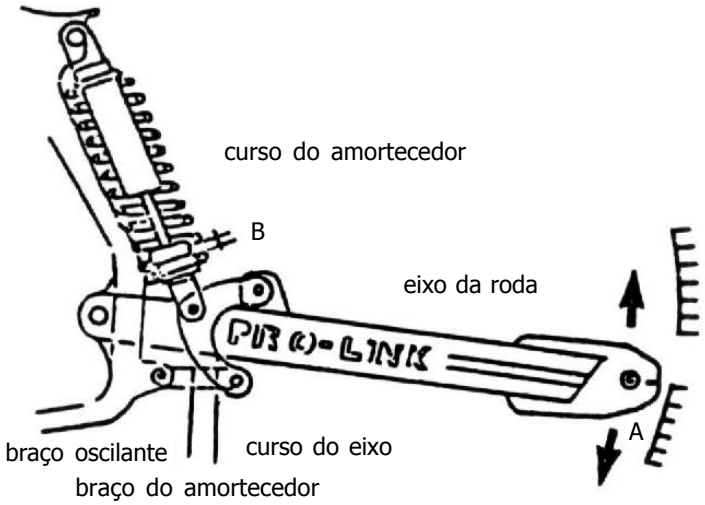


Fig. 11

Amortecedor traseiro

Em geral, o amortecimento das oscilações da mola traseira é feito também com amortecedor hidráulico. Porém, ao contrário dos dianteiros, os amortecedores traseiros normalmente são desmontáveis, devendo ser substituídos, quando apresentarem falhas mecânicas ou vazamentos. Algumas motocicletas de grande porte são equipadas com um tipo de amortecedor dotado de dispositivos que permitem regular a altura da moto e a compressão da mola helicoidal, tornando-a mais macia em estradas acidentadas ou mais estável em estradas asfaltadas. Na fig. 12, é ilustrado um amortecedor traseiro e os seus componentes.

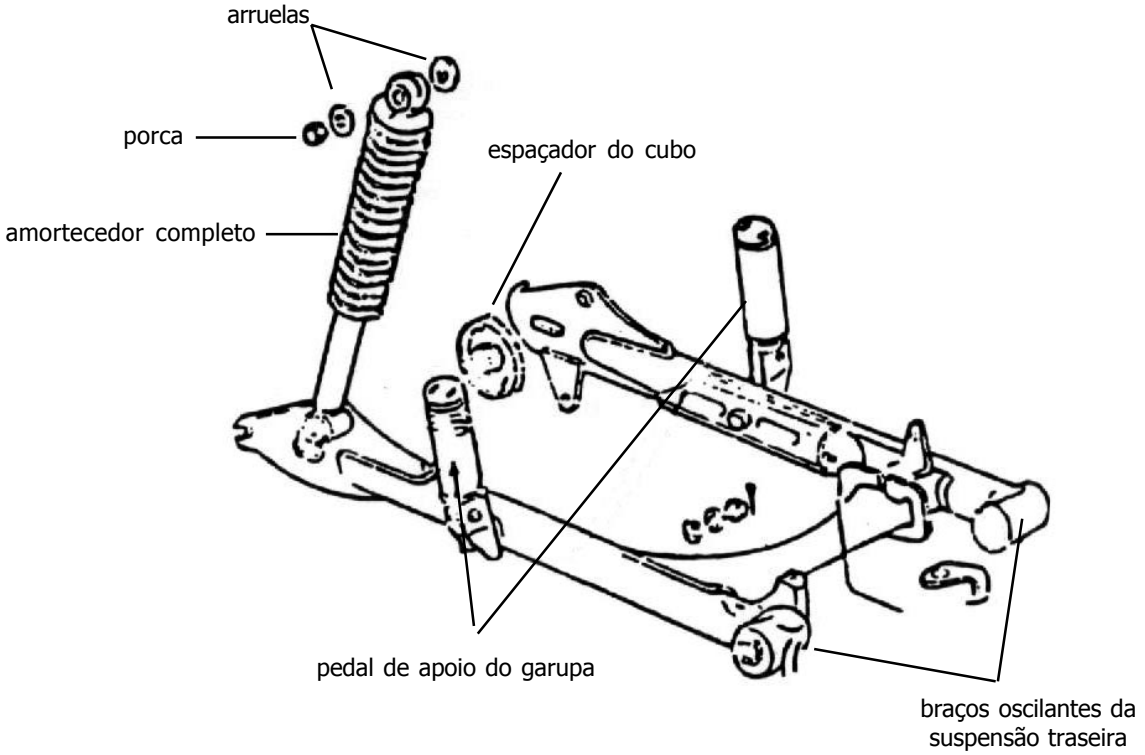


Fig. 12

Sistemas de embreagem e de lubrificação

Nesta Seção...

Sistema de embreagem ◀

Lubrificantes ◀

Sistema de lubrificação do conjunto motor-transmissão ◀

10

Sistema de embreagem

A embreagem é um elemento do sistema de transmissão dos veículos automotores que liga e desliga a força desenvolvida pelo motor para a roda motriz. Seu funcionamento pode ser mecânico ou automático.

Embreagem mecânica

É a que funciona por ação do condutor do veículo. Em alguns casos, tal ação é exercida pela força aplicada a um pedal. Em outros, o comando é feito por alavanca manual.

A embreagem mecânica é geralmente constituída por um platô, um disco de fricção e o mecanismo de acionamento, embora alguns tipos de veículo utilizem um sistema de discos múltiplos mergulhados em óleo, como é o caso da maioria das motocicletas.

Embreagem automática

É aquela cujo funcionamento independe da ação direta do condutor. Seu acionamento pode ser centrífugo, hidráulico ou por depressão (vácuo). As embreagens automáticas têm seu uso limitado, principalmente em motocicletas, pela complexidade do funcionamento e custo de manutenção.

Embreagem da motocicleta

O tipo de embreagem mais comum, usado em motocicletas, é o mecânico, de discos múltiplos. Esse sistema é construído com os elementos indicados a seguir.

Carcaça externa complementar

Além de alojar o mecanismo da embreagem, desempenha também o papel de balanceiro no equilíbrio

dinâmico do funcionamento do motor, além de manter a inércia necessária à manutenção do giro do motor (volante motriz), conforme ilustra a fig. 1.

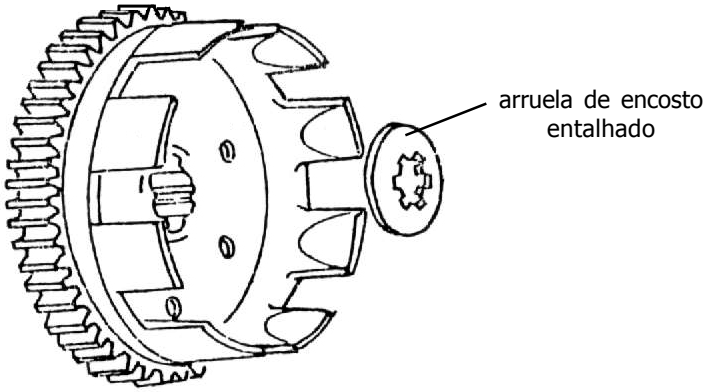


Fig. 1 – Carcaça externa complementar

Conjunto do platô da embreagem

Constitui a embreagem propriamente dita, sendo composto por um cubo central, discos de fricção, cujo número varia conforme a aplicação ou potência da motocicleta, placas metálicas intercaladas entre os discos e uma placa de pressão que mantém os discos pressionados na carcaça externa através de molas helicoidais. A fig. 2 ilustra o conjunto do platô da embreagem e os seus componentes.

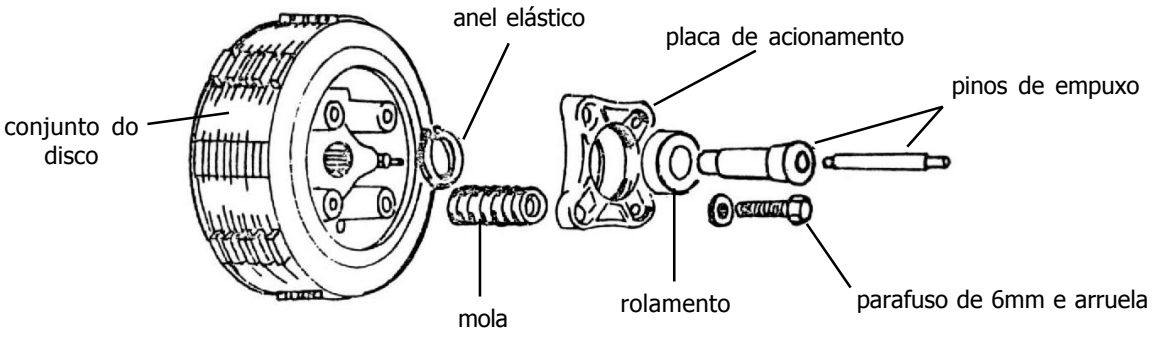


Fig. 2

Mecanismo de acionamento

É constituído por uma placa de acionamento com rolamento central, onde desliza a haste acionadora do platô. Em geral, esse dispositivo é acionado manualmente pelo condutor através de um cabo de aço ligado a uma alavanca, situada no punho esquerdo do guidão da motocicleta, conforme ilustra a fig. 3.

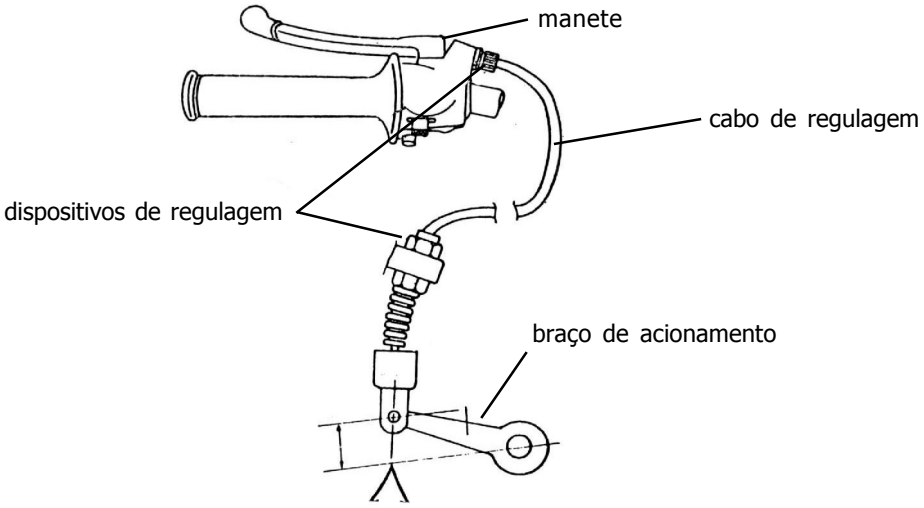


Fig. 3

Descrição do funcionamento da embreagem

Ao acionar a alavanca da embreagem, o cabo aciona um braço em forma de L, situado na tampa lateral do motor. Esse braço encaixa-se em orifício próprio na tampa, e, na extremidade externa do braço, aloja-se o cabo. Internamente, um ressalto tipo came é fixado ao braço e apoiado na haste de acionamento. Ao girar o braço, o came pressiona a haste de encontro ao platô, fazendo-o liberar a pressão exercida sobre os discos. Esse procedimento faz com que o conjunto do platô se libere da carcaça externa da embreagem, que libera o motor da caixa de mudanças, cumprindo, dessa forma, o seu papel de ligamento e desligamento do motor ao sistema de transmissão.

A fig. 4 apresenta os passos básicos da operação de recondicionamento do conjunto da embreagem.

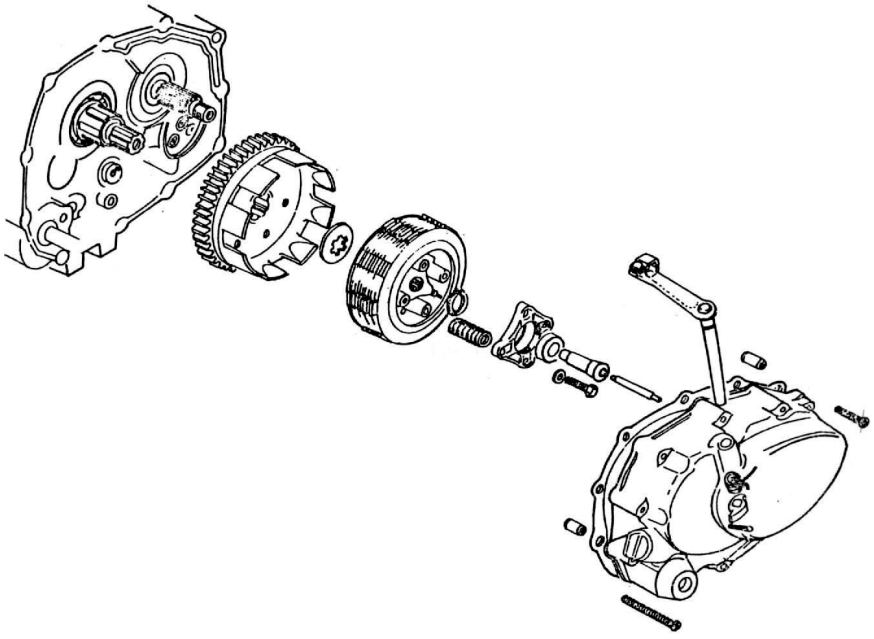


Fig. 4

Recondicionamento do conjunto da embreagem

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Coloque a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, alicate, paquímetro, ferramenta especial para apertar porca do motor, motocicleta completa
2	Desmonte o conjunto da embreagem	
3	Inspecione os elementos do conjunto da embreagem.	
4	Monte o conjunto da embreagem.	
5	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

Lubrificantes

São substâncias minerais, vegetais ou animais com características oleosas que agem em superfícies planas, facilitando o deslizamento e reduzindo o atrito entre elas.

Óleos básicos aditivos e compostos

Os óleos básicos são os obtidos a partir da sua origem, mantendo as características orgânicas (minerais puros).

Aditivos

São substâncias químicas que conferem ao lubrificante resistência à oxidação, detergência-dispersância, proteção contra a ferrugem e corrosão, resistência a extrema pressão e formação de espuma. Melhoram, ainda, a viscosidade e dão maior adesividade ao lubrificante.

Compostos

São os óleos ou gorduras de origem animal ou vegetal que conferem ao óleo básico maior poder lubrificante (oleosidade).

Características dos lubrificantes

Suas características podem ser de ordem física, química e prática, conforme apresentadas a seguir.

De ordem física

Ponto de congelamento

É a menor temperatura indicada pelo termômetro, antes de o óleo parar de fluir por gravidade.

Ponto de fulgor

É a temperatura em que os gases evaporados do óleo, na presença de uma chama, dão origem a um *flash*, ou seja, há inflamação sem haver combustão.

Ponto de combustão

É a temperatura em que toda superfície do óleo entra em combustão completa.

Viscosidade

É a medida de resistência oferecida pelo lubrificante líquido ou gasoso ao movimento ou ao escoamento.

Adesividade

É a propriedade que os lubrificantes devem possuir de permanecer aderidos à superfície lubrificada apesar da ação raspadora originada pelo movimento.

De ordem química

Coloração

É a determinação da cor padrão para cada um dos lubrificantes de acordo com a aplicação. Essas cores vão desde a coloração natural, da origem do lubrificante, à adição de corantes artificiais.

Resíduos de carvão

É o percentual de resíduos carbonosos contido em um lubrificante, quando submetidos à evaporação por altas temperaturas na ausência de oxigênio.

Acidificação

São vestígios de ácidos orgânicos contidos nos lubrificantes, principalmente nos derivados do petróleo, que variam de acordo com a sua utilização.

Cinzas sulfatadas

São os materiais não-combustíveis contidos nos lubrificantes. Geralmente, essas cinzas provêm de compostos metálicos existentes no óleo.

Saponificação

É um índice da quantidade de gordura ou óleo graxo existente em um lubrificante.

Oxidação

É uma das principais características químicas do lubrificante. Consiste em manter resistência à oxidação do lubrificante.

De ordem prática

Detergência

São compostos químicos que auxiliam a manter limpas as superfícies metálicas e minimizam a formação de borras ou lacas de qualquer natureza por meio de reações ou processos de soluções.

Oleaginosidade ou poder lubrificante

É a propriedade que distingue dois lubrificantes com a mesma viscosidade, mas com substâncias diferentes, como, por exemplo, óleo e melado. Por definição, a oleaginosidade refere-se unicamente às propriedades redutoras de atrito interno do lubrificante que trabalham com uma película parcial.

Resistência a extrema pressão

É a máxima resistência do lubrificante ao rompimento da película do óleo por elevada pressão.

Proteção contra a ferrugem e corrosão

É a propriedade de que os lubrificantes dispõem contra a oxidação causada pela umidade.

Resistência à formação de espuma

É a capacidade de que o lubrificante dispõe para a dissipação das bolhas que formam a espuma.

Importante

As propriedades aqui apresentadas são de caráter ilustrativo. As propriedades físico-químicas de um lubrificante são determinadas por ensaios em laboratório específico, obedecendo a normas internacionais. Cabe ao mecânico de motocicletas o conhecimento teórico dessas propriedades bem como a aplicação deles conforme as recomendações do fabricante.

Graxas

Graxas lubrificantes são produtos compostos semiplásticos que consistem em óleos minerais de diversas viscosidades, aos quais são incorporados um agente espessador, normalmente conhecido como sabão, e, ainda, alguns tipos de aditivo que caracterizam seu uso.

Os sabões mais comuns são à base de lítio, cálcio, sódio, bário, alumínio, etc.

O óleo mineral contido na graxa desempenha o papel de lubrificante; o espessador age como elemento retentor do óleo mineral; e os aditivos conferem propriedades antioxidantes, adesividade, resistência ao desalojamento, estabilidade estrutural, resistência à lavagem pela água, resistência à pressão elevada, etc.

Do mesmo modo que os óleos lubrificantes, as graxas são produzidas para aplicação específica. Recomenda-se a consulta aos manuais dos fabricantes para a aplicação correta.

Classificação das graxas

Classificam-se segundo os seguintes aspectos:

• ponto de gotejamento, ou seja, a temperatura em que a graxa começa a se derreter;

• consistência, que se refere à textura da sua massa oleosa;

• resistência à pressão, ou seja, propriedade de esforço sem romper a película lubrificante;

• resistência à água, isto é, capacidade de manter-se inalterável em sua presença.

A tabela a seguir sugere a aplicação característica de alguns tipos de graxa.

Graxa à base de	Textura	Temperatura máxima de uso (°C)	Efeito	Uso
Cálcio	Amanteigada	79	Resistente	Para mancais em geral
Sódio	Fibrosa ou lisa	126	Susceptível	Para mancais de baixa velocidade
Lítio	Amanteigada a fluida	149	Resistente	Em veículos automotrizes, resiste a baixas temperaturas
Alumínio	Amanteigada	65	Resistente	Especiais, que requerem grande aderência

Sistema de lubrificação do conjunto motor-transmissão

É o sistema responsável pela redução do atrito entre as partes móveis do conjunto motor-transmissão da motocicleta. Essa redução é feita através da manutenção de uma película de óleo entre os metais, que giram entre si.

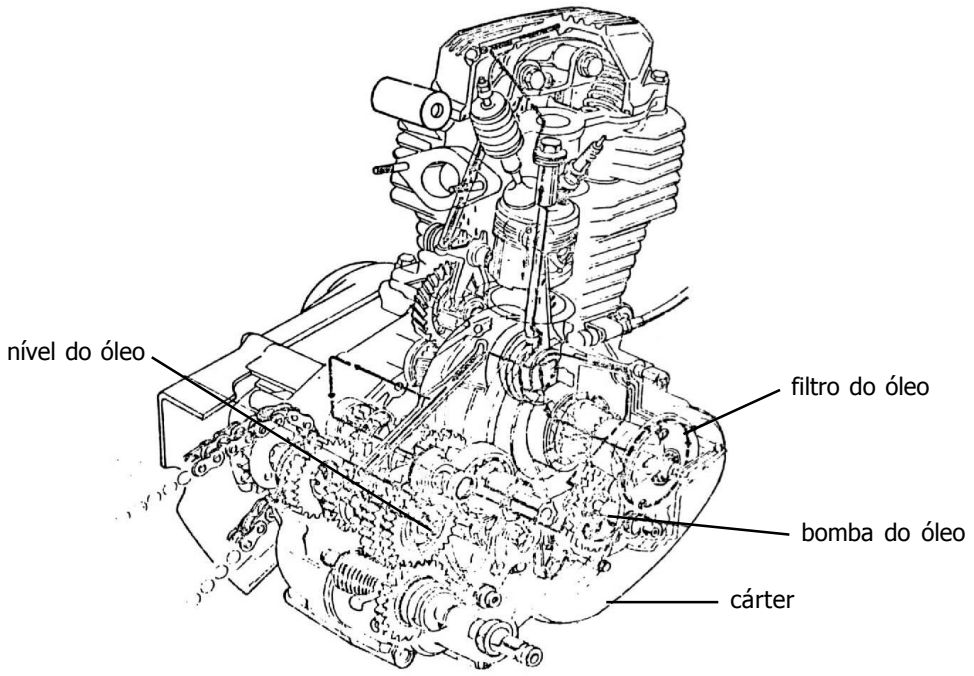


Fig. 5

Constituição do sistema de lubrificação forçada

Bomba de óleo

É o mecanismo do sistema que suga o óleo do cárter e o distribui sobre pressão aos canais de lubrificação. Existem diversos tipos de bomba óleo, entre os quais destacamos a bomba por êmbolo e a bomba de engrenagens trocoidal. Esta última tem sido mais empregada pelas diversas vantagens oferecidas em motocicletas. A bomba de engrenagens trocoidal é composta pelos elementos indicados na fig. 6.

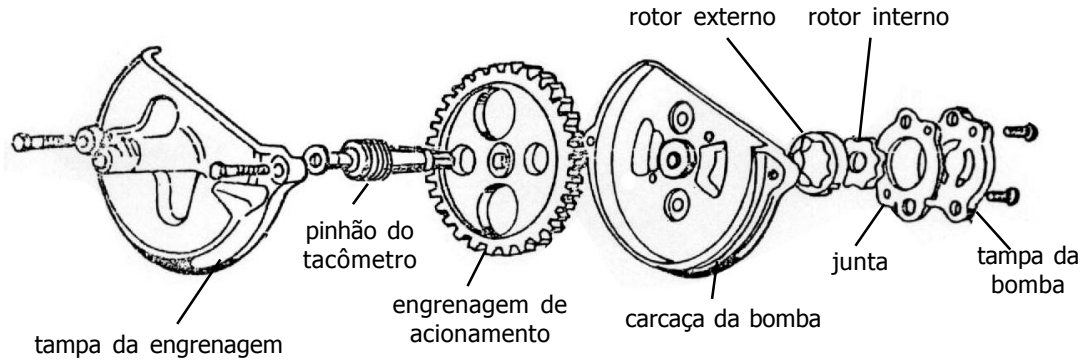


Fig. 6

Filtro de óleo

É o elemento encarregado de reter as impurezas contidas no óleo. Existem diversas formas de filtragem de um líquido. Entretanto, a forma mais usada pela maioria dos fabricantes de motocicletas é a filtragem por centrifugação. O óleo que percorre a árvore é direcionado para o rotor, que, através de centrifugação, retém as impurezas e libera o óleo para o cárter. A fig. 7 ilustra um filtro de óleo por centrifugação usado em motocicletas e os seus componentes.

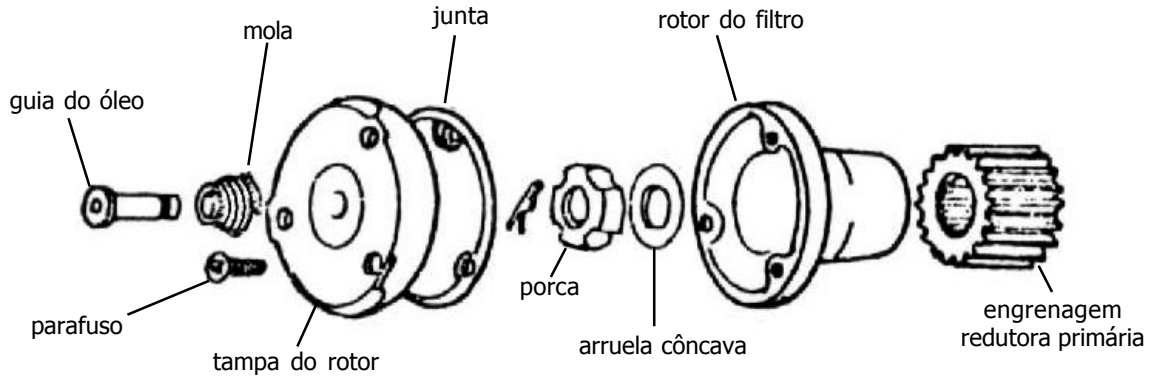


Fig. 7

Cárter

É o espaço ocupado pelo óleo no interior do conjunto motor-transmissão. Geralmente, em motocicletas, não é removível exceto a tampa lateral da embreagem, que, para ser retirada, requer o escoamento do óleo do cárter.

Nível controlador de óleo

É o elemento que nos dá a certeza sobre a existência de óleo suficiente para manter o sistema de lubrificação em funcionamento.

Canais de lubrificação

São condutos bifurcados que existem nos elementos e carecem de lubrificação permanente, e onde o óleo circula sobre pressão.

Funcionamento do sistema de lubrificação

Ao acionar o motor da motocicleta, imediatamente a bomba de óleo passa a sugar o óleo do cárter, distribuindo-o aos diversos canais de óleo existentes na carcaça do conjunto motor/transmissão.

Esses canais contactam-se com as peças móveis, nas quais o óleo circula mantendo uma camada protetora, também renovada em função da pressão da bomba. Ao percorrer os canais de lubrificação, o óleo passa pelo filtro e retorna ao cárter, tornando o processo cíclico.

A seguir, os passos básicos da operação de recondicionamento desse sistema.

Recondicionamento do sistema de lubrificação do conjunto motor-transmissão

N.º	Ordem de execução	Ferramentas, instrumentos e utensílios
1	Coloque a motocicleta na moto-rampa.	Chave de estria, chave de boca fixa, chave Phillips, ferramentas especiais, motocicleta completa
2	Desmonte a bomba de óleo.	
3	Inspecione os elementos da bomba de óleo.	
4	Monte a bomba de óleo.	
5	Retire a motocicleta da moto-rampa.	

FIRJAN
CIRJ
SESI
SENAI
IEL

FIRJAN
Federação
das Indústrias
do Estado do
Rio de Janeiro

SENAI
Serviço Nacional
de Aprendizagem
Industrial do
Rio de Janeiro

Av. Graça Aranha, 1
Centro – CEP 20030-002
Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (0xx21) 2563-4526
Central de Atendimento:
0800-231231